

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA | UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA REFERÊNCIA NA FASE DE PROJETO  
INFORMACIONAL DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ELTON MOURA NICKEL**

FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 2009

**ELTON MOURA NICKEL**

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA REFERÊNCIA NA FASE DE PROJETO  
INFORMACIONAL DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

**MESTRE EM ENGENHARIA**

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
ENGENHARIA DO PRODUTO E PROCESSO, APROVADA EM SUA FORMA FINAL

---

**Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.Eng.**  
Orientador

---

**Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.Eng.**  
Co-Orientador

---

**Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.Eng.**  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Alexandre Amorim dos Reis, Dr.Eng.**  
Presidente

---

**Prof. Adriano Heemann, Dr.Eng.**

---

**Prof. Luiz Fernando Segalin de Andrade, Dr.Eng.**

**Dedico este trabalho à minha grande família.**

## AGRADECIMENTOS:

Aos meus estimados **orientadores**, Marcelo e Fernando,  
pela verdadeira parceria em todos os momentos.

Aos professores Alexandre, Adriano e Luiz Fernando, por  
terem contribuído para o enriquecimento desta dissertação.

Aos grandes designers Célio e Ricardo, da Paradesign,  
pelos privilégios de trabalho e amizade.

À empresa Specto, em nome do Sr. Leônidas Vieira Júnior,  
pelas contribuições para o estudo de caso realizado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção da UFSC, pela oportunidade concedida.

Aos muitos colegas do GEPP e de todo o PPGEPP que  
compartilharam valores como tempo e conhecimento.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia e ao CNPq, pelo  
apoio científico, tecnológico e financeiro.

À minha querida noiva, Gabriela, pelo amor.

E aos meus pais, Emiralda e Eloir. Estes sim, os  
verdadeiros mestres.

**“In the middle of difficulty lies opportunity.”**

**(Albert Einstein)**

## SUMÁRIO

---

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 As Necessidades do Mercado.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 As Decisões de Projeto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Problema de Pesquisa .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Justificativa .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 Objetivos.....</b>	<b>8</b>
1.5.1 Objetivo Geral .....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	9
<b>1.6 Metodologia.....</b>	<b>10</b>
<b>1.7 Estrutura da Dissertação.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Introdução .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).....</b>	<b>13</b>
2.2.1 O Modelo Unificado de Referência (MUR).....	17
<b>2.3 A Fase de Projeto Informacional (PI).....</b>	<b>20</b>
2.3.1 Definição dos Clientes .....	22
2.3.2 Identificação dos Requisitos dos Clientes.....	24
2.3.3 Conversão dos Requisitos dos Clientes em Requisitos do Produto .....	27
2.3.4 Obtenção das Especificações de Projeto .....	30
<b>2.4 Metodologias da Decisão .....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Processo Decisório .....	34
2.4.2 Abordagem Multicritério .....	36
<b>2.5 Considerações Finais .....</b>	<b>41</b>
<b>3 MODELO MULTICRITÉRIO PARA O PROJETO INFORMACIONAL .....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Construção do Modelo Multicritério a Partir do Modelo Unificado de Referência.....</b>	<b>44</b>
3.2.1 Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto.....	48
3.2.2 Definir Requisitos de Projeto do Produto .....	53
3.2.3 Definir Especificações-meta do Produto .....	60
<b>3.3 Considerações Finais .....</b>	<b>67</b>

<b>4 APLICAÇÃO DO MODELO: CASO DO EMISSOR DE SENHAS.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>70</b>
<b>4.2 Descrição das Atividades Realizadas .....</b>	<b>70</b>
4.2.1 Revisar e Atualizar o Escopo do Produto .....	70
4.2.2 Detalhar Ciclo de Vida do Produto e Definir Seus Clientes .....	72
4.2.3 Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto.....	73
4.2.4 Definir Requisitos do Produto .....	77
4.2.5 Definir Especificações-meta do Produto .....	84
<b>4.3 Considerações Finais .....</b>	<b>103</b>
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1 Introdução .....</b>	<b>106</b>
<b>5.2 Conclusões.....</b>	<b>106</b>
<b>5.3 Recomendações.....</b>	<b>110</b>
<b>5.4 Considerações Finais .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>

NICKEL, Elton Moura. **Modelo multicritério para referência na fase de projeto informacional do processo de desenvolvimento de produtos**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

## RESUMO

Esta dissertação compreende as etapas iniciais do processo de desenvolvimento de produtos – mais especificamente a fase conhecida como Projeto Informacional – considerando-as fundamentais para o sucesso de um novo produto no mercado. O fator complicador é que, durante essa fase do desenvolvimento, as diversas especificações e atributos do produto são definidos por se lidar com uma infinidade de critérios de escolha, com base nas necessidades dos clientes. Sendo assim, esta pesquisa visa propor uma nova sistematização da fase de Projeto Informacional, adequando-a aos métodos e ferramentas propostos pelas metodologias da decisão que tratam de problemas com múltiplos critérios, de modo a contribuir para a melhoria da prática de projeto nas suas fases iniciais. Com esse objetivo, desenvolveu-se um modelo multicritério nos moldes do Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld et al (2006), ao propor métodos, ferramentas e documentos de apoio adequados ao cumprimento de cada atividade. As melhorias e os valores que a aplicação prática do modelo multicritério agrega ao Processo de Desenvolvimento de Produtos foram discutidos mediante um estudo de caso referente a um projeto de produto comercial, cujo desenvolvimento teve a participação do autor deste trabalho.

**Palavras-chave:** Engenharia de Produto e Processo, Processo de Desenvolvimento de Produtos, Projeto Informacional, Abordagem Multicritério.



## **ABSTRACT**

*This dissertation includes the initial stages of the products development process - more specifically the stage known as Informational Design - considered to be fundamental to the success of a new product on the market. The complicating factor is that during this development stage, the different specifications and attributes of the product are defined by dealing with a multitude of choice's criteria, based on customer needs. Thus, this research aims to propose a new structure of the Informational Design stage, adapting it to the methods and tools offered by the methodologies of the decision dealing with multiple criteria problems in order to contribute to improving the practice of project in its initial stages. With this objective, it has developed a multicriteria model along the lines of Reference Unified Model by Rozenfeld et al (2006), to propose methods, tools and supporting documentation appropriate to the achievement of each activity. Improvements and the values that the practical application of the multicriteria model adds to the Product Development Process were discussed through a case for a commercial product project, whose development had the participation of this dissertation's author.*

**Key-words:** *Product and Process Engineering, Product Development Process, Informational Design, Multicriteria Approach.*

## CAPÍTULO 1

---

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 As Necessidades do Mercado

Captar e compreender as necessidades dos clientes de um produto não é um processo simples. Na década de 1980, Akio Morita, fundador da *Sony* escreveu: “Nosso objetivo é dar ao público novos produtos, em vez de perguntar o que ele quer. O consumidor não sabe o que é possível fabricar, nós sabemos.” (MORITA, 1986, p. 89). Com isso em mente, Morita substituiu as tradicionais e amplas pesquisas de mercado por esforços focados no produto, “tentando criar uma necessidade para ele, por meio da educação e comunicação com o público.” (MORITA, 1986, p. 90).

O que Morita registrou é bastante válido se forem considerados os requisitos que surpreendem os clientes ou superam suas expectativas, tal como apresentado no Diagrama de Kano (KANO, 1984). Mas quando o assunto são necessidades específicas de um público-alvo ou requisitos de desempenho esperado, limitar o desenvolvimento a essa abordagem pode não ser adequado.

Por exemplo, ao longo dos anos, essa mesma linha de pensamento, comum entre as empresas, resultou em projetos de inúmeros produtos que não conseguiram satisfazer os clientes, como foi o caso do *Betamax videotape*, da própria *Sony*, entre as décadas de 70 e 80. Na época, apesar da qualidade de imagem do *Betamax* ser superior à do *VHS*, o *VHS* venceu devido a uma política de patente mais liberal e

maior capacidade de gravação, fatores considerados ainda mais determinantes para o cliente no ato da escolha e compra (OTTO e WOOD, 2001).

Algo similar ocorreu com o projeto do carro elétrico *Sinclair C5*. Seu desaparecimento do mercado em novembro 1985 se deveu a carências no estudo e compreensão a respeito das necessidades do usuário prospectado (PUGH, 1990). Dentre os muitos problemas havia a baixa velocidade do veículo, o condutor ficava exposto ao vento e ao frio, a distância entre o banco e o pedal era fixa e a duração da bateria era curta.

Mais recentemente, em 1997, a Nintendo se viu obrigada a anunciar a paralisação da produção do *Virtual Boy*, lançado em 1995 como promessa de inovação. Tratava-se do primeiro jogo eletrônico em ambiente imersivo de realidade virtual. Contudo, a exemplo dos produtos já citados, uma série de requisitos de seus clientes deixou de ser contemplada, chegando ao ponto de o jogo provocar desde cansaço visual até dores de cabeça em seus usuários.

Portanto, muitos produtos que pareciam ser inovações não passaram de simples novidades quando oferecidos ao mercado, algo especialmente evidente em produtos mais focados na possibilidade tecnológica do que no entendimento das necessidades dos clientes (ver Figura 1.1).



Figura 1.1 - Betamax videotape, Sinclair C5 e Virtual boy. (Disponível em <http://commons.wikimedia.org>, acessado em 9/4/2008 - 9:02; <http://channel9.msdn.com>, acessado em 9/4/2008 - 9:06; [www.nintendolife.com](http://www.nintendolife.com), acessado em 9/4/2008 - 9:12).

Tais produtos, rejeitados pelo mercado, em sua maioria possuíam tecnologia e métodos de produção avançados. Essa é a constatação que leva a crer que a deficiência esteve presente ainda na prática de projeto, mais especificamente nas atividades que envolvem o levantamento e entendimento das necessidades do mercado. Otto e Wood (2001, p. 112) concordam com isso, afirmando que “mesmo que a abordagem do ‘sucesso alavancado pela tecnologia’ possa funcionar, é também evidente que considerar os desejos dos clientes vai puxar o desenvolvimento dos produtos em melhor direção e amplificar o sucesso”. O segredo desse sucesso constitui-se no valor agregado ao produto pelo projetista e percebido pelo cliente. De modo que todo projeto de produtos industriais deveria ter suas atividades direcionadas com o objetivo de adicionar justamente o valor necessário para o sucesso comercial dentre os diferentes tipos de clientes.

## **1.2 As Decisões de Projeto**

O projeto de um produto deveria se constituir em um processo sistematizado e, segundo Fonseca (2000, p. 51), “todo processo [de projeto] sistematizado se inicia com uma etapa obrigatória que consiste na familiarização com o problema que vai ser resolvido, procurando o maior volume de informação possível sobre o mesmo”. Essa árdua busca por informações, muitas vezes a atividade crítica em inúmeros projetos, é o que subsidiará as decisões mais importantes delegadas aos projetistas. Essa etapa tem como objetivo gerar a “matéria-prima” principal necessária para se obter, em etapas posteriores, as especificações do projeto e os atributos que o produto finalmente terá quando lançado no mercado.

Contudo, o desenvolvimento de novos produtos é uma atividade complexa, envolvendo uma série de necessidades e interesses, tais como os listados por Baxter (1995, p. 2):

- Os consumidores desejam novidades, melhores produtos, a preços razoáveis;
- Os vendedores desejam diferenciações e vantagens competitivas;
- Os engenheiros de produção desejam simplicidade na fabricação e facilidade de montagem;
- Os designers gostariam de experimentar novos materiais, processos e soluções formais; e
- Os empresários querem poucos investimentos e retorno rápido do capital.

Assim, diversas situações devem ser atendidas. Muitas decisões ao longo do caminho devem ser tomadas, principalmente aquelas referentes à definição das especificações finais do produto, que repercutem nos interesses de todos os envolvidos no projeto. Recai sobre o projetista a responsabilidade de equilibrar todos esses critérios a fim de obter o resultado mais compensatório. Conforme conclui Baxter (1995, p. 3), “no mínimo, deve-se estabelecer um compromisso entre os fatores que adicionam valor ao produto e aqueles que provocam aumento de custo”.

Por exemplo, recentemente tem-se desenvolvido estudos que visam formalizar e sistematizar o processo decisório, dos quais já emergiram metodologias direcionadas a trabalhar com problemas que envolvem múltiplos critérios de escolha. Proveniente da Pesquisa Operacional desenvolveu-se a abordagem multicritério que, dentre suas inúmeras aplicações científicas, também poderá ser útil frente a decisões complexas de projeto.

Seguindo o raciocínio de que a pesquisa das necessidades de mercado atualmente é feita para subsidiar as decisões de projeto, deve-se inicialmente ajudar o cliente a entender o produto que está sendo projetado, a fim de que ele possa efetivamente colaborar com o projeto. Otto e Wood (2001) defendem a idéia de que, normalmente, esse entendimento é obtido com base em um modelo já existente, em muitos casos um produto similar ou concorrente. É com base nesse modelo que o cliente manifesta suas preferências e outras informações sobre as características desejadas para o produto. Acontece que este modelo pré-existente não é o mesmo que o novo produto a ser projetado. “Este paradoxo é um problema particularmente difícil para os produtos com rápida evolução tecnológica ou para que dominem os novos produtos em que as tecnologias não são bem estabelecidas”. (OTTO e WOOD, 2001, p. 113). Conseqüentemente, é necessária uma cuidadosa sistematização dos procedimentos para o desenvolvimento de um novo produto, para que as soluções encontradas estejam de acordo com as preferências e gostos do público pré-determinado, as chances de aceitação aumentem e, ainda, não haja frustração e desperdícios de recursos materiais e humanos por parte da empresa produtora.

Fonseca (2000, p. 5) resume esse pensamento da seguinte maneira:

A hipótese de que o trabalho deve ser abordado como um processo sistematizado se justifica pela importância das decisões que são tomadas no início do processo de projeto, onde praticamente todas as soluções posteriores serão baseadas, grandemente, nestas decisões iniciais. Uma tomada de decisões baseada somente em processos heurísticos, sem uma adequada justificativa comprovável por terceiros, pode comprometer o resultado final.

Portanto, ignorar mesmo que parcialmente a opinião dos clientes potenciais pode provocar conseqüências desfavoráveis quando do lançamento de determinado produto no mercado. Tal insucesso é um resultado claro de que as decisões sobre o

projeto não foram apoiadas corretamente. Conclui-se, assim, que um produto que não é desenvolvido mediante consultas constantes e profundas com os clientes e usuários potenciais, pode não estar apoiado comercialmente.

### **1.3 Problema de Pesquisa**

Com base no assunto considerado nas páginas iniciais deste trabalho, formula-se o seguinte questionamento:

Como utilizar a abordagem multicritério para capturar as necessidades dos clientes, determinar os requisitos do produto e estabelecer as especificações-meta do projeto? Ou seja, como realizar o Projeto Informacional de um produto com base na abordagem multicritério?

### **1.4 Justificativa**

O tema escolhido para este trabalho se justifica por, ao menos, dois principais aspectos. O primeiro deles tem a ver com a contribuição que as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos fornecem ao procurarem sistematizar as atividades de levantamento e entendimento das necessidades dos clientes e, posteriormente, a correta seleção de atributos a serem incorporados no novo produto. Segundo diversos estudos realizados na Inglaterra, Estados Unidos e Canadá (BOOZ-ALLEN & HAMILTON, 1982; FREEMAN, 1988; COOPER, 1993), os projetos de vários produtos foram analisados, para saber se os diferentes tipos de

abordagens teriam alguma relação com o desempenho comercial do respectivo produto. Dentre sucessos e fracassos, foram estudados mais de 14 mil novos produtos em cerca de 1000 empresas. Três principais fatores foram detectados como sendo determinantes para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos. O resultado da pesquisa, interpretado por Baxter (1995) encontra-se na Figura 1.2, que indica o fator de 'forte orientação para o mercado' como o mais importante para o sucesso comercial.

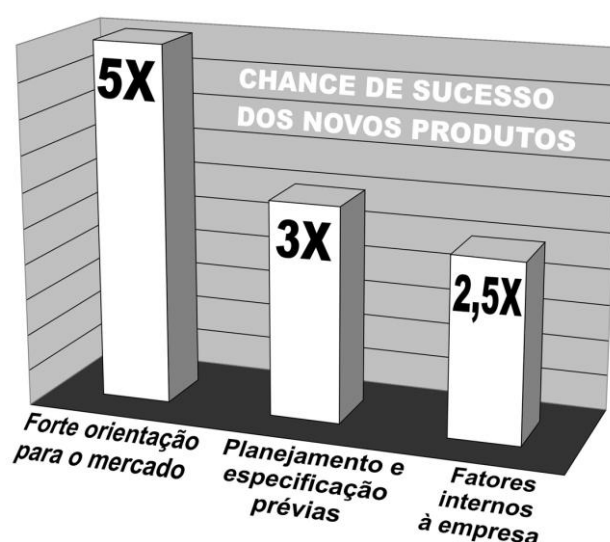


Figura 1.2 – Fatores de sucesso no desenvolvimento de novos produtos (adaptado de Baxter, 1995, p. 7).

Portanto, o fator mais importante e mais óbvio para que um produto tenha forte diferenciação em relação aos seus concorrentes é o de atender de maneira satisfatória as necessidades dos seus clientes. O presente trabalho trata desse fator como seu foco de estudo.

A segunda justificativa para a existência deste estudo é a oportunidade observada para se sistematizar a atividade de coleta, análise e organização das informações obtidas na fase de Projeto Informacional, considerando o tratamento de tais informações como um problema multicritério. Baxter (1995, p. 212) concorda com esse enfoque, ao afirmar:



É difícil chegar a especificações do projeto que reflitam as necessidades do consumidor de forma precisa, fiel e utilizável. É um problema complexo (envolve diversos estágios), nebuloso (as fronteiras do problema não são bem definidas), multifatorial (há muitas variáveis a considerar), e com muitos eventos simultâneos (e não apenas seqüenciais). Infelizmente, a mente humana não consegue trabalhar bem com esse grau de complexidade.

O processo descrito acima geralmente começa apenas com a chamada “idéia do produto” (PAHL e BEITZ, 1996) e normalmente com escassa informação. “A idéia vai ganhando contornos e corpo, na medida em que são elaborados estudos de possibilidades produtivas, estudos de preferências do mercado e estudos de aceitação dos setores de consumo” (FONSECA, 2000, p. 66). Ou seja, é evidente a necessidade de uma construção de conhecimento a respeito do problema de projeto. “A pesquisa das necessidades de mercado é feita para subsidiar as decisões. Nenhuma pesquisa deve ser feita se não houver necessidade da mesma ou quando não se tem um objetivo claro” (BAXTER, 1995, p. 164).

Sendo assim, imagina-se que a adequação de metodologias multicritério originárias do processo decisório seja de grande utilidade para uma aplicação direta de seus métodos e ferramentas na fase de projeto considerada por muitos a mais complexa e, ao mesmo tempo, a mais decisiva de todo o processo.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo Geral**

Constitui Objetivo Geral do presente trabalho a proposta de uma nova sistematização da fase de Projeto Informacional, adequando-a aos métodos e

ferramentas propostos pelas metodologias da decisão que tratam de problemas com múltiplos critérios, de modo a contribuir para a melhoria da prática de projeto nas suas etapas iniciais.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

No intuito de operacionalizar o objetivo geral, abaixo são apresentados cinco objetivos específicos que guiarão a presente pesquisa:

1. Verificar os procedimentos atualmente utilizados nas fases iniciais de projeto no que diz respeito à identificação e hierarquização dos requisitos dos clientes para a obtenção das especificações do produto.

2. Analisar as situações críticas de decisão existentes na fase de Projeto Informacional, bem como as possíveis deficiências dos métodos e ferramentas propostos pela literatura para a execução da fase.

3. Adquirir conhecimento a respeito da área de estudo conhecida por Processo Decisório e verificar sua potencialidade de integração com o Processo de Desenvolvimento de Produtos.

4. Agregar ao modelo de referência proposto por Rozenfeld et al (2006) ferramentas específicas adaptadas de metodologias que tratam de problemas com múltiplos critérios, que forem pertinentes à melhoria do processo de tomada de decisão em projetos de produtos industriais.

5. Sistematizar a atividade de coleta, análise e organização das informações obtidas na fase de Projeto Informacional, considerando o tratamento de tais informações como um problema que envolve múltiplos critérios de escolha.

## 1.6 Metodologia

O enquadramento metodológico da pesquisa realizada e apresentada a seguir, quanto ao seu objetivo, situa-se como exploratório. A natureza da pesquisa é aplicada e pode-se dizer que a forma de abordagem do problema é qualitativo. Através do método/paradigma científico apoiado na fenomenologia, propõe-se uma visão de conhecimento classificada como construtivista.

Os procedimentos técnicos para a coleta de dados foram basicamente o levantamento e o estudo de caso e, como instrumentos utilizados, a análise documental, questionários e entrevistas semi-estruturadas. Portanto, diz-se que a fonte de coleta de dados foi tanto de natureza primária como secundária (LAKATOS e MARCONI, 2001).

A pesquisa em forma de questionário também é chamada de entrevista padronizada ou estruturada, que “é usada quando se visa a obtenção de resultados uniformes entre os entrevistados, permitindo assim uma comparação imediata, em geral mediante tratamentos estatísticos.” (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 34). Com este objetivo, os dados resultantes da pesquisa foram tabulados para uma melhor exploração dos resultados.

Classifica-se a fonte de coleta de dados como primária, pois, durante todos os procedimentos para o desenvolvimento do estudo de caso a interação com os clientes foi constante, em especial nas etapas iniciais de estruturação do problema, onde os *‘brainstormings’* precisavam ser freqüentes, servindo como ferramenta básica para a construção dos mapas mentais. Posteriormente, dúvidas precisavam ser sanadas e ajustes serem efetuados de maneira periódica juntamente com os clientes até o fim do processo.

Quanto à fonte de coleta de dados de natureza secundária, os procedimentos para a revisão da literatura basearam-se em livros, artigos, teses e dissertações relacionadas a metodologias de projeto, Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e metodologias relacionadas ao processo decisório em problemas com múltiplos critérios. A principal vantagem de se utilizar esse tipo de material em um projeto de pesquisa reside no fato de “permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.” (GIL, 1996, p. 45). Portanto, o referencial teórico desta pesquisa foi embasado por tais publicações.

## **1.7 Estrutura da Dissertação**

Este trabalho é composto por cinco capítulos:

- Este primeiro capítulo apresentou uma introdução ao assunto referente às necessidades do mercado e sua importância para as decisões de projeto de produtos, bem como a temática, justificativas, objetivos e metodologia da pesquisa em questão;
- O Capítulo 2 contém uma revisão bibliográfica a respeito dos procedimentos sistemáticos atualmente utilizados para o levantamento e tratamento dos requisitos dos clientes para o Projeto Informacional, bem como fornece uma visão geral a respeito das metodologias da decisão com abordagem multicritério;
- O Capítulo 3 refere-se ao modelo proposto propriamente dito, sendo montado passo-a-passo com base no Modelo Unificado de Referência (MUR) de Rozenfeld et al (2006);

- O Capítulo 4 é a aplicação do modelo mediante um estudo de caso referente a um projeto de produto comercial, do qual o autor deste trabalho foi participante;
- O quinto e último capítulo conclui o trabalho e apresenta as recomendações propostas pelo autor para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 Introdução**

O capítulo que se segue apresentará a revisão da literatura pesquisada para o desenvolvimento deste trabalho. Conforme explicado no capítulo anterior, livros, artigos, teses e dissertações foram utilizadas para fundamentar o tema proposto. Os assuntos a serem considerados neste capítulo se iniciam com uma visão geral a respeito do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e do Modelo Unificado de Referência (MUR) de Rozenfeld et al (2006), modelo este utilizado como base para a proposta da dissertação. Na seqüência, serão abordadas as metodologias de projeto empregadas atualmente na fase de Projeto Informacional (PI). O capítulo é, por fim, concluído com uma revisão acerca das origens e desenvolvimentos das metodologias relacionadas ao processo decisório em problemas com múltiplos critérios.

#### **2.2 O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)**

O objetivo deste tópico é descrever o Modelo Unificado de Referência (MUR) de Rozenfeld et al (2006), elaborado para apoiar e sistematizar o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), que inclui a fase de Projeto Informacional. Esse modelo foi escolhido como plano de fundo para a construção do modelo

multicritério apresentado no capítulo 3 deste trabalho. Tal escolha se deve, principalmente, ao fato de ser o Modelo Unificado de Rozenfeld et al (2006) um dos mais completos e recentes da literatura pesquisada.

Segundo os autores do modelo em questão, o desenvolvimento de produtos é definido como um processo de negócios que envolve um conjunto de atividades realizadas a partir de informações obtidas sobre necessidades do mercado e possibilidades e restrições tecnológicas. Ao considerar as estratégias competitivas e de produto da empresa, o PDP tem como objetivo chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, possibilitando sua manufatura.

Ainda, o processo de desenvolvimento de produtos é importante por se constituir em um processo crítico para a competitividade das empresas, contribuindo, assim, para sua sobrevivência futura. Isso ocorre porque os produtos que estão sendo desenvolvidos atualmente em uma determinada empresa serão aqueles comercializados futuramente, e o fato é que a imagem da empresa é fortemente associada ao sucesso de seus novos produtos.

Ao comparar o PDP com outros processos de negócio, percebem-se diversas especificidades que o diferenciam, conforme exposto por Rozenfeld et al (2006, p. 6):

- Elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados;
- As decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas são ainda maiores;
- Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: Projetar (gerar alternativas) – Construir – Testar – Otimizar;

- Manipulação e geração de alto volume de informações;
- As informações e atividades provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos; e
- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

Percebe-se, portanto, que o Processo de Desenvolvimento de Produtos não se trata de uma atividade rotineira, mas de um conjunto de esforços e tempo bem aplicados por quase todos os setores e pessoas de uma organização.

Nas fases iniciais do processo é que são definidas as principais soluções e especificações para o projeto e produto. Costuma-se dizer que essas definições são responsáveis pela maior parte do custo final de um produto. Conforme o tempo passa e as fases de desenvolvimento avançam, ficam cada vez mais baixas as possibilidades de redução dos custos, uma vez que eles estarão atrelados a especificações já definidas. Essa situação é bem representada pela escala de custos de mudanças no produto, na Figura 2.1, onde se observa que os custos de mudança se elevam em progressão geométrica conforme os estágios de desenvolvimento avançam.

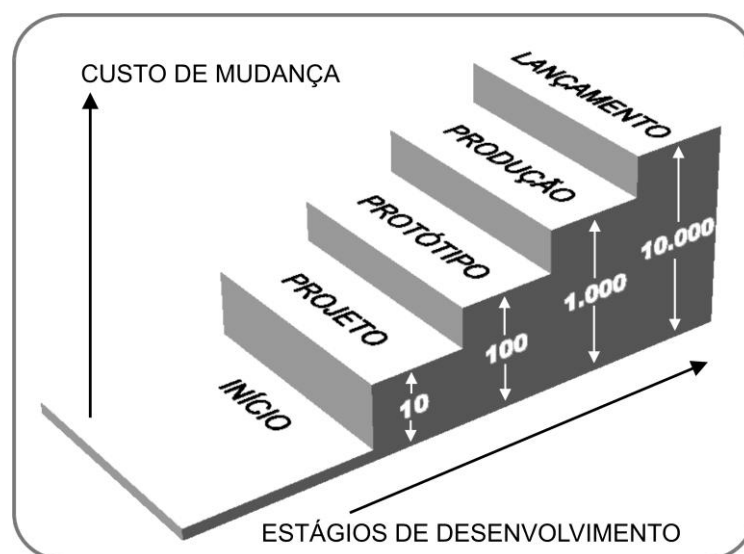


Figura 2.1 – Escala de custos de mudanças no produto (adaptado de HUTHWAITE e SCHNEBERGER, 1992).



Contudo, é exatamente nas fases iniciais do processo, quando se tomam as maiores decisões, que se tem o maior grau de incerteza sobre o produto e seu entorno. Os custos de mudança são inversamente proporcionais à dificuldade de tomar decisões acertadas. Portanto, o segredo de um bom desenvolvimento é saber “gerenciar as incertezas”, através de um controle constante da qualidade das informações, dos requisitos a serem atendidos e das possíveis mudanças de mercado (ROZENFELD et al, 2006, p. 7).

Segundo Rozenfeld et al (2006, p. 12), tal controle, ou gerenciamento, pode ser realizado da seguinte maneira:

Para um desenvolvimento de produto bem-sucedido, é essencial a integração desse processo com as funções e outros processos empresariais envolvidos na realização de atividades ou suprimento de informações para o PDP. Isso requer que o tempo, a comunicação, a disponibilização de informações e o conteúdo das atividades nas várias funções estejam coordenados e que as ações tomadas nas funções apoiem-se mutuamente, tendo em vista as metas do projeto.

Dentre tais processos e funções que realizam atividades pertinentes ao PDP, os principais estão relacionados na Figura 2.2.

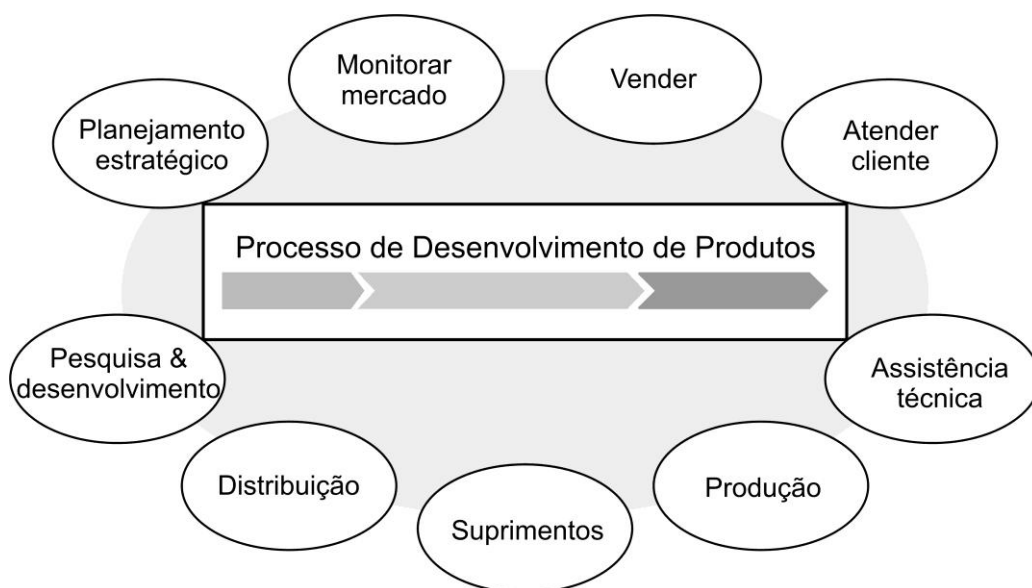


Figura 2.2 – Processos relacionados com o desenvolvimento de produtos (adaptado de ROZENFELD et al, 2006, p. 12).

Na Figura anterior, os processos que aparecem acima do PDP envolvem atividades referentes ao conhecimento sobre o mercado e às estratégias e práticas da empresa para atendê-lo. Aqueles abaixo do PDP referem-se às atividades mais técnicas que permitem o desenvolvimento e implementação do novo produto.

Portanto, para um bom gerenciamento de incertezas e riscos é fundamental considerar a integração de todos esses processos e funções, a fim de receber e fornecer informações e ainda compartilhar conhecimentos e atividades. Esse é exatamente o objetivo do modelo de PDP apresentado a seguir.

### 2.2.1 O Modelo Unificado de Referência (MUR)

Ao contrário do que acontece com alguns processos específicos, referentes, por exemplo, a arranjos físicos de uma organização, como linhas de montagem ou processos de fabricação, o processo de desenvolvimento de produtos não possui uma seqüência de atividades facilmente observável. Essa dificuldade é resultado de um processo de natureza não estruturada, onde as saídas não dizem respeito a produtos físicos, mas a conhecimentos, e o trabalho não é realizado por máquinas ou robôs, mas por seres humanos.

Com base em tais situações, desenvolveu-se uma área do conhecimento conhecida como modelagem de processos, que estuda métodos e ferramentas que tornam possíveis, justamente, o mapeamento e descrição dos processos de negócio das empresas. Como já mencionado, o PDP trata-se de um dos mais importantes processos de negócio de uma organização e, mediante a modelagem de processos, é possível obter seu modelo. “Obter um modelo do PDP significa descrever as

atividades, recursos, informações, fases, responsabilidades e outras possíveis dimensões do processo” (ROZENFELD et al, 2006, p. 39). Uma vez obtido, tal modelo servirá de guia, ou mapa, para todos os projetos que envolvam desenvolver produtos na empresa.

No caso específico do Modelo de Referência de Rozenfeld et al (2006, p. 39), utilizado neste trabalho, sua origem é descrita pelos autores do livro em que ela é divulgada da seguinte maneira:

O modelo unificado de desenvolvimento de produtos originou-se da união das metodologias, estudos de caso, modelos, experiências e melhores práticas desenvolvidas e coletadas nos últimos anos pelas equipes de pesquisadores coordenadas pelos autores, como descrito em detalhes na apresentação do livro. Ele também considera comparações e avaliações realizadas com modelos de referência para PDP de empresas líderes em desenvolvimento de produtos de diversos ramos, em especial metal-mecânico. Versões simplificadas e específicas do modelo já foram validadas em casos práticos, tanto no desenvolvimento de produtos realizado pelos autores [do] livro, como, também, na criação de modelos de referência específicos em algumas empresas. O modelo reflete, portanto, o conhecimento e a experiência acumulados pelos autores.

O Modelo Unificado de Referência é dividido em ‘macrofases’, subdivididas em ‘fases’, depois em ‘atividades’ que, por fim, contêm ‘tarefas’ específicas. Conforme a Figura 2.3, pode-se observar que as três macrofases são: ‘Pré-Desenvolvimento’, ‘Desenvolvimento’ e ‘Pós-Desenvolvimento’.

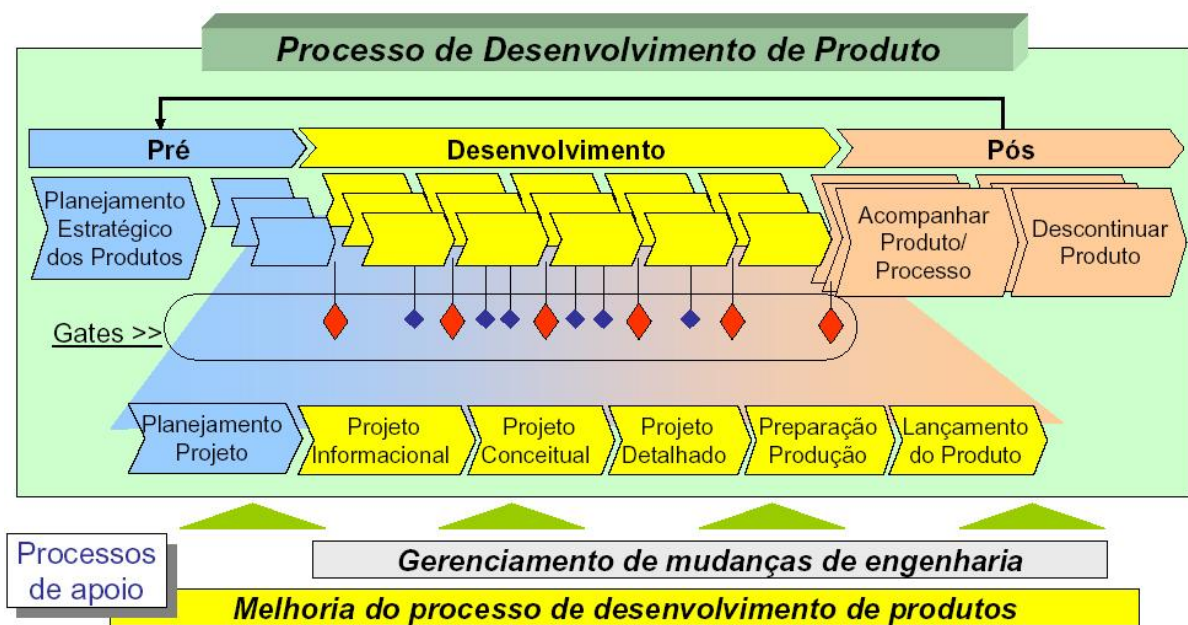


Figura 2.3 – Visão geral do modelo de referência (ROZENFELD et al, 2006, p. 44).

Nota-se que as três macrofases são desdobradas em nove fases do PDP, cobrindo todo o ciclo de vida do produto. A macrofase de 'Pré-Desenvolvimento' conta com as fases de 'Planejamento Estratégico dos Produtos' e 'Planejamento do Projeto'. A macrofase de 'Desenvolvimento' é formada pelas fases de 'Projeto Informacional', 'Projeto Conceitual', 'Projeto Detalhado', 'Preparação da Produção' e 'Lançamento do Produto'. Por sua vez, a última macrofase, a de 'Pós-Desenvolvimento', contém as fases de 'Acompanhar Produto/Processo' e 'Descontinuar Produto'. O que determina uma fase é a entrega de resultados (*deliverables*), que permanecem congelados a partir do momento em que a fase é finalizada (no caso do Projeto Informacional, por exemplo, tal entrega é a lista de especificações-meta). Ainda, o final de uma fase é delimitado pela avaliação de fase, os chamados *gates*, representados na Figura 2.3 por losangos.

Outro detalhe importante para a correta compreensão do modelo é destacar a diferença entre os termos 'processo' e 'projeto'. Rozenfeld et al (2006, p. 40 e 41)

define 'processo' como "um conjunto de atividades organizadas entre si, visando produzir um bem ou um serviço para um tipo específico de cliente", que podem representar operações repetitivas, normalmente estruturadas, e com objetivos estabelecidos periodicamente. Já com respeito ao termo 'projeto', os autores enfatizam que tais "também representam um conjunto de atividades, porém, eles são únicos e temporários, ou seja, possuem início, meio e fim", além de possuírem objetivos únicos e específicos a serem atingidos.

De modo que, na representação do modelo na Figura 2.3, a partir da fase de 'Planejamento de Projeto', as fases passam a ser representadas por múltiplos elementos gráficos, indicando que o 'processo' poderá conter mais de um 'projeto'. Na prática, normalmente é o que acontece, visto que as empresas possuem um portfólio de produtos, cada um resultante de um projeto específico.

### **2.3 A Fase de Projeto Informacional (PI)**

Observa-se na literatura uma linha de procedimentos sistemáticos que envolvem as principais decisões de projeto de produtos quando o assunto é o levantamento e tratamento dos requisitos dos clientes. Geralmente essas atividades estão organizadas em uma fase de projeto denominada 'Projeto Informacional' (PI). Diversos autores, como Pugh (1990), Roozenburg e Eekels (1995), Baxter (1995), Pahl e Beitz (1996), Fonseca (2000), Otto e Wood (2001), Rozenfeld et al (2006), dentre outros, de maneira direta ou indireta, propõem as seguintes etapas principais apresentadas neste capítulo: definição dos clientes; identificação dos requisitos dos

clientes; conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto e obtenção das especificações de projeto.

É importante destacar que o resultado final desses procedimentos são as especificações de projeto, que possuem dois principais objetivos: guiar as etapas seguintes do desenvolvimento do produto e servir de critério para as decisões tomadas ao longo do projeto.

Com o intuito de esclarecer os termos específicos utilizados neste capítulo, que podem variar dependendo da abordagem de cada autor, apresenta-se, no Quadro 2.1, as quatro categorias de informação do produto identificadas por Fonseca (2000) em sua metodologia desenvolvida.

Quadro 2.1 - Categorias de informação dos produtos (FONSECA, 2000, p. 39).

<b>Categoria de Informação</b>	<b>Significado</b>
Necessidade	Declaração direta de usuário ou clientes
Requisito de Usuário	Necessidade, levada à linguagem de projeto
Requisito de projeto	Requisito mensurável, aceito para o projeto
Especificação de projeto	Característica de projeto e/ou do produto

Observa-se que Fonseca (2000) atribui o termo ‘requisito de usuário’ à segunda categoria apresentada, ao invés de utilizar o termo ‘requisito de cliente’, fato decorrente de o autor utilizar as categorias acima com foco em relação ao projeto e não ao produto, como será melhor explicado no próximo tópico. Além disso, alguns autores substituem o termo ‘projeto’, utilizado acima, referente a requisitos e especificações, simplesmente por ‘produto’. Contudo, independentemente do termo utilizado, o mais importante é compreender a diferença

entre as específicas categorias de informação e a maneira como são obtidas e trabalhadas nas fases iniciais do projeto de produto.

### 2.3.1 Definição dos Clientes

A compreensão a respeito de quem realmente são os clientes do produto que está sendo projetado é considerada o primeiro passo no longo trabalho de estabelecimento das especificações de projeto.

Conforme o Quadro 2.2, são identificados três grupos de personagens no mercado que devem ter suas necessidades apreciadas para a elaboração da especificação de projeto: clientes, usuários internos e usuários externos. Nessa definição, os termos cliente e usuário encontram-se em relação ao projeto e não ao produto.

Quadro 2.2 – Clientes e usuários em relação ao projeto (GOMES FERREIRA, 1997, p. 65, adaptado de FONSECA, 2000).

<b>Categoria</b>	<b>Significado</b>
Cliente	É aquele que requisita a elaboração do projeto
Usuário interno	É aquele que usa o projeto para a construção do produto, ou para seu reparo, embalagem, descarte, etc
Usuário externo	É aquele que usará indiretamente o projeto, através do produto físico construído

Já com respeito ao produto, os clientes em um projeto podem ser classificados em três diferentes tipos, de acordo com Rozenfeld et al (2006): clientes externos, clientes intermediários e clientes internos. A descrição de cada um desses clientes encontra-se no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Tipos de clientes em relação ao produto (adaptado de ROZENFELD et al, 2006, p. 218).

<b>Categoria</b>	<b>Significado</b>
Clientes externos	Conjunto de pessoas ou organizações que irão usar ou consumir o produto
Clientes intermediários	São aqueles responsáveis pela distribuição, compras, vendas e marketing do produto
Clientes internos	Fabricantes e pessoal envolvido no projeto e na produção dos produtos

Autores como Fonseca (2000) e Rozenfeld et al (2006) recomendam utilizar o mapeamento do ciclo de vida do produto para auxiliar na atividade de definição dos clientes de um projeto. De um modo geral, os modelos de ciclo de vida, conforme o exemplo da Figura 2.4, fornecem uma descrição gráfica da história do produto, descrevendo os estágios pelos quais o produto passa.

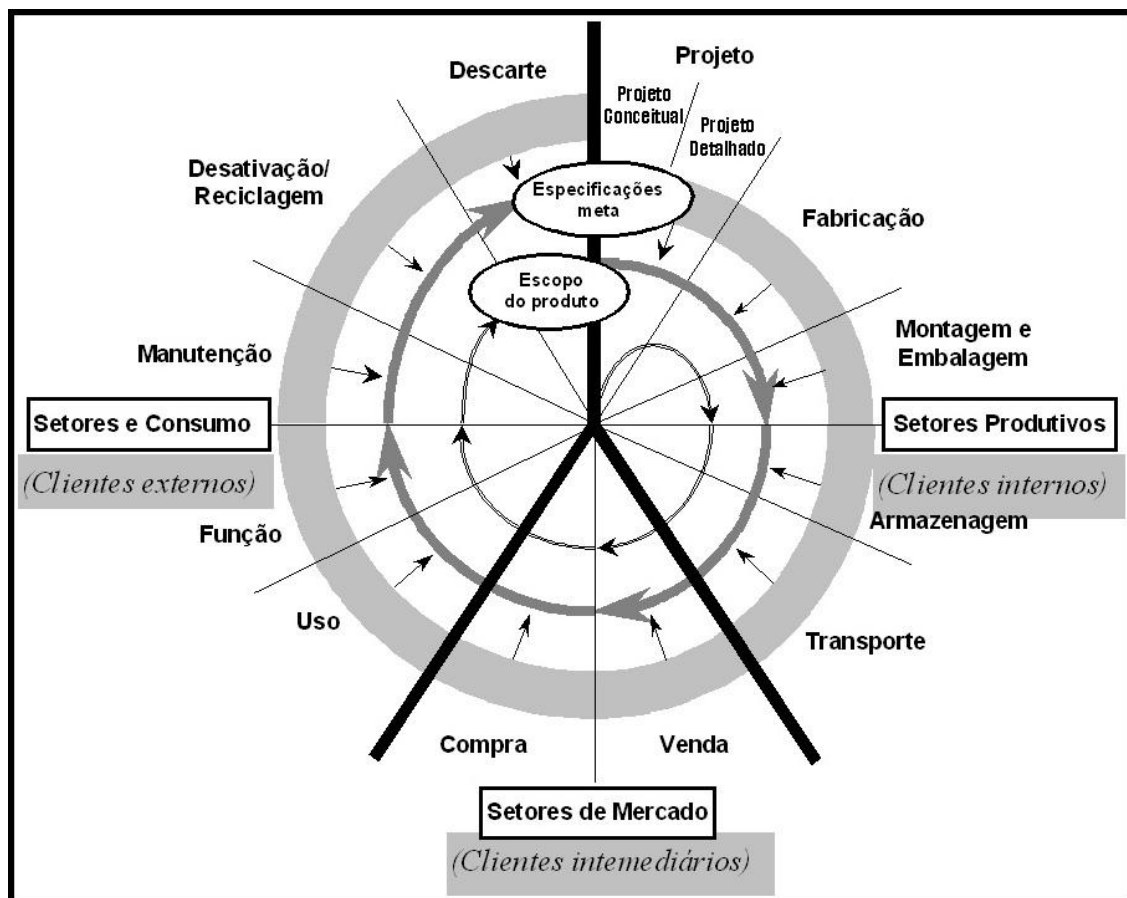


Figura 2.4 – Espiral do Ciclo de Vida de um produto industrial (adaptado de FONSECA, 2000, p. 68).



Compreender os atributos relacionados às diferentes fases do ciclo de vida auxilia na definição das características físicas, de forma, de materiais, de uso, de fabricação e outras, além de direcionar o projeto para o atendimento das necessidades dos mais diversos tipos de clientes que o produto terá, sejam eles internos, intermediários ou externos. Portanto, “*checklists* e outras ferramentas baseadas nas fases do ciclo de vida dos produtos são de grande utilidade para determinar importantes aspectos de um problema.” (ROOZENBURG e EEKELS, 1995, p. 144). Dentre tais aspectos, os mais importantes são aqueles relacionados com o foco principal de um projeto que visa sucesso comercial, isto é, a correta compreensão das necessidades dos clientes do produto.

### 2.3.2 Identificação dos Requisitos dos Clientes

Depois de o problema de projeto e os clientes envolvidos estarem definidos, parte-se para o levantamento das necessidades dos clientes ou, conforme alguns autores definem, para a identificação da “voz dos clientes.” (OTTO e WOOD, 2001).

A abrangência dessa atividade é muito bem descrita por Pugh (1990, p. 30):

Para se definir plenamente a verdadeira necessidade do usuário no mercado, requer aprofundamento e investigação em diversas áreas; adquirir e usar muita informação - informação que você terá que procurar. Aquisição de informação é uma coisa, mas saber o que fazer com ela é outra. Você precisa se familiarizar com as técnicas de análise.

Podem-se citar alguns autores como clássicos em técnicas de análise de mercado (CHURCHILL, 1992; URBAN e HAUSER, 1993; MOORE e PESSEMIER, 1993; AAKER, KUMAR e DAY, 2001). Contudo, o objetivo não é que o projetista

seja um especialista no assunto, mas, segundo Pugh (1990), que ele se familiarize com as técnicas específicas para coleta, análise e organização das informações obtidas com os clientes.

Baxter (1995, p. 135) corrobora com o fato de se utilizar apenas tempo e recursos que agreguem valor ao projeto, quando o assunto é a pesquisa de mercado, ao afirmar:

Nada se compara a uma pesquisa direta com os consumidores. Para que se possam tirar conclusões válidas, a consulta aos consumidores deve ser feita de maneira estruturada, usando técnicas formais de pesquisa de mercado. Isso não significa que essa pesquisa deva ser longa ou custosa. Com imaginação, boa preparação e cuidadosa execução, uma grande quantidade de valiosas informações pode ser obtida em alguns dias de pesquisa.

Com esse objetivo, o autor define algumas etapas básicas para a realização da pesquisa de mercado para atingir objetivos em função das decisões a serem tomadas. As referidas etapas estão listadas na Figura 2.5.

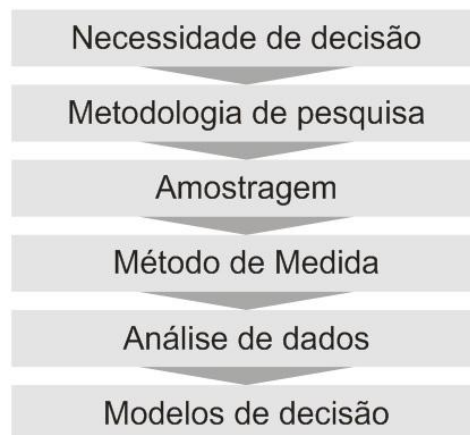


Figura 2.5 – Etapas da pesquisa das necessidades de mercado (BAXTER, 1995, p. 164).

Além das suposições das necessidades do mercado, o planejamento da pesquisa apresentado na Figura 2.5 também se baseia nas áreas críticas de incertezas, das quais depende o sucesso do novo produto. Em seguida, a metodologia é determinada (se sua categoria é qualitativa ou quantitativa) e também

se determina quais perguntas serão feitas. Daí, uma amostra representativa dos consumidores é escolhida (idade, sexo, nível de renda, nível sócio-cultural, distribuição geográfica, entre outros) e o tamanho da amostra é determinado. Quanto à definição dos métodos de medida, seu objetivo é determinar como as questões serão apresentadas, se pessoalmente, por telefone, por *e-mail* ou outro meio. A análise de dados deve estabelecer a forma de processar essas informações. Por fim, a última etapa deve ajudar a decidir como os resultados serão interpretados e transformados em decisão. “Considerando que a utilidade da pesquisa de mercado é fornecer subsídios à decisão, seus objetivos devem ser descritos de modo a informar, apoiar ou refutar essas decisões.” (BAXTER, 1995, p. 165). Vale lembrar que uma das decisões mais importantes, sem dúvida, é se a empresa aprova ou rejeita a proposta do novo produto.

É possível representar graficamente a dificuldade de se obter verbalmente, da parte do cliente, as necessidades latentes, ao confrontar a satisfação dos clientes com o desempenho de funções do produto. Essa representação é conhecida como Diagrama de Kano, apresentado na Figura 2.6.

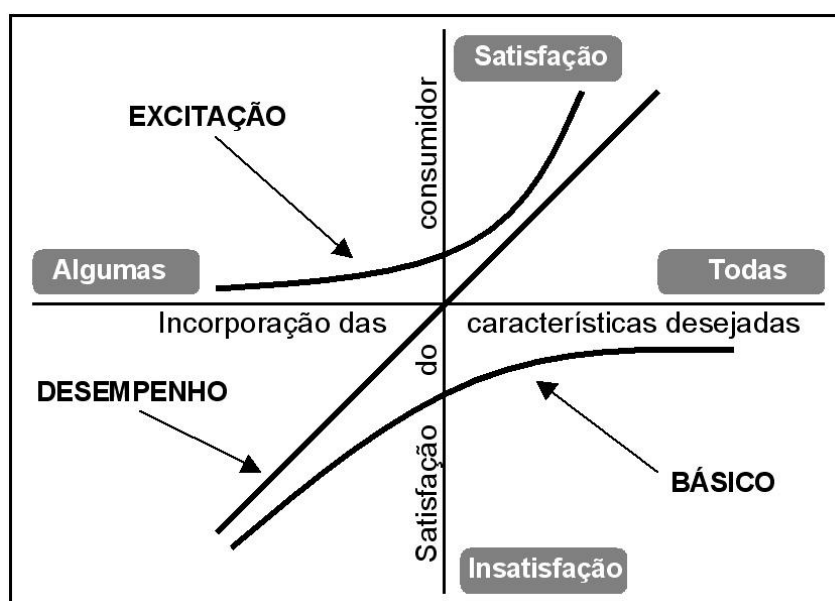


Figura 2.6 – Diagrama de Kano (adaptado de BAXTER, 1995, p. 208; OTTO e WOOD, 2001, p. 114; ROZENFELD et al, 2006, p. 221).

Rozenfeld et al (2006, p. 221) explica as três classes de requisitos do Diagrama de Kano. Segundo o diagrama, os requisitos básicos são aqueles que não geram nenhum tipo de incremento em satisfação para os clientes, pois são requisitos identificados como obrigatórios: têm de estar no produto. Em suma, se tais requisitos constarem no produto, não causarão tanta satisfação, mas, se não constarem, causarão grande insatisfação.

A segunda classe de requisitos do Diagrama de Kano são aqueles com desempenho esperado, ou seja, quanto melhor seu desempenho, maior a satisfação dos clientes. São resultantes daquelas necessidades normalmente expressas em pesquisas de mercado.

Já os requisitos de excitação são aqueles que realmente agradam e surpreendem favoravelmente os clientes, gerando benefícios que eles nem mesmo esperavam. Geralmente essas necessidades, assim como os requisitos básicos, também não são expressas em pesquisas de mercado tradicionais.

Portanto, conclui-se o seguinte a respeito da lógica existente no Diagrama de Kano:

A mensagem do Diagrama de Kano é simples, mas profunda. As expectativas do cliente aumentam ao longo do tempo. É, portanto, fundamental manter-se em contato com os clientes para compreender as suas preferências (OTTO e WOOD, 2001, p. 115).

### 2.3.3 Conversão dos Requisitos dos Clientes em Requisitos do Produto

Apesar de todos os procedimentos já realizados, os requisitos dos clientes estão, ainda, na forma de necessidades, nem sempre estando associadas a características mensuráveis do produto. Converter os requisitos dos clientes para

requisitos de projeto significará, agora, decidir algo físico sobre o produto, que o afetará durante o processo de projeto. Esse passo importante para o projeto é descrito por Rozenfeld et al (2006, p. 223) nas seguintes palavras:

Para obter-se uma comunicação precisa durante o desenvolvimento do projeto de um produto, torna-se fundamental que as informações que irão caracterizar o produto estejam de acordo com a linguagem técnica de engenharia. Ou seja, torna-se necessário ‘dizer em números’ – expressão essa que significa que o produto a ser desenvolvido deve ser descrito por meio de características técnicas, possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor.

Fonseca (2000, p. 61) propõe duas tarefas para realizar essa descrição técnica do produto: ‘converter requisitos dos clientes em expressões mensuráveis’ e ‘definir e classificar os requisitos de projeto’.

O autor defende que a conversão de requisitos do cliente em expressões mensuráveis seja feita através do conceito dos atributos específicos do produto, apoiada na denominada matriz de obtenção dos requisitos de projetos, na qual os requisitos dos clientes são confrontados com os atributos específicos do produto, gerando expressões mensuráveis diretamente relacionadas com o produto em si. Um exemplo dessa matriz, apresentada no Quadro 2.4, demonstra que Fonseca (2000) define os atributos do produto com base nos trabalhos de Pahl e Beitz (1996) e Hubka e Eder (1996).

Quadro 2.4 - Matriz de apoio à conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto (adaptado de FONSECA, 2000, p. 80).

<b>Atributos específicos do produto</b>	<b>Requisitos dos clientes</b>				
	Ter fácil soldagem	Ter transporte facilitado	Ter custo mínimo de produção	Ter cor agradável	Ter estrutura leve
Geométricos	<i>Reduzir juntas complexas</i>	<i>Formas encaixáveis</i>	<i>Mínimo de peças</i>		<i>Estrutura modular simples</i>
Material				<i>Madeira e tubo de aço</i>	
Cor				<i>Evitar cores vivas</i>	
Peso ou massa					
Forças					
Cinemática					
Tipo Energia					
Fluxo					
Sinais					
Estabilidade					
Qualidade					

A tarefa seguinte, de definir e classificar os requisitos de projeto pode ser realizada com o auxílio de seções de *brainstormings*, de *check-lists* e de informações de outros projetos. Pugh (1990), por exemplo, propõe uma série de elementos primários que devem ser levados em consideração quando da elaboração de *check-lists* para obtenção e organização dos requisitos de projeto. Tais elementos, inclusive, serão contemplados no modelo desenvolvido no capítulo 3 deste trabalho (ver Figura 3.6).

Uma vez obtidos e organizados, os requisitos do produto devem agora ser hierarquizados. Podem-se usar os requisitos dos clientes e seus respectivos graus de importância, já obtidos, como referência. Nesse caso, os requisitos de produto que mais contribuirão para atender um determinado requisito do cliente deverão ser considerados mais importantes e receber maior atenção por parte da equipe de projeto, ao passo que os requisitos que contribuirão pouco devem receber pesos, ou graus de importância, com valores menores.

### 2.3.4 Obtenção das Especificações de Projeto

A partir dos requisitos do produto é possível obter a lista de especificações de projeto. Esse é o principal resultado e referência básica das fases, consideradas neste trabalho, como as iniciais de projeto. Gomes Ferreira (1997, p. 62) defende que “a lista de especificações é o ponto de partida (*front-end*) e também o guia para o processo de projeto de um produto”. Segundo o autor, a lista de especificações fornece parâmetros para avaliação ao longo de todo o processo de projeto. Para Pugh (1990), a especificação de projeto do produto (*PDS - Product Design Specification*) age como um manto envolvendo o núcleo central de atividades do projeto.

As especificações de projeto nada mais são do que os requisitos do produto associados com valores-meta (ROZENFELD et al, 2006). Por exemplo, uma necessidade inicial do cliente denominada “o produto deve ser leve” é convertida em um requisito do produto chamado de “peso do produto em Kg” que, por sua vez, é associado a um valor-meta que pode ser específico (15 Kg.), uma faixa de valores (14 Kg. a 16 Kg.) ou valores com tolerâncias (15 Kg. + ou – 1Kg.).

Segundo Roozenburg e Eekels (1995, p. 131), deve-se ter em mente que a especificação de projeto é uma lista de instruções normativas sobre as propriedades que um novo produto deve ter e indica quais são as soluções que devem ser priorizadas. Contudo, a lista por si só não especifica a solução para um problema de projeto. Ela fornece aos projetistas os critérios pelos quais o valor ou a qualidade dos resultados intermediários de concepção devem ser julgados.

Existem várias ferramentas para auxiliar a equipe de projeto na geração das especificações-meta. Uma das mais conhecidas é o QFD (*Quality Function Deployment*), mais especificamente a primeira matriz conhecida como Matriz da

Casa da Qualidade, desenvolvido no Japão nos anos 1970 e bastante difundido em todo o mundo no início dos anos 1990. Segundo Pahl e Beitz (1996), o QFD é útil para um planejamento do produto e do processo, sistematicamente voltado ao cliente. Os requisitos do cliente são precisamente convertidos em características do produto e essas novamente em seqüenciamentos de fabricação e exigências da produção.

A literatura afirma que é possível o uso da ferramenta específica da Casa da Qualidade sem a necessidade de usar, totalmente, a filosofia contida no QFD, em função de o método ser altamente flexível (FONSECA, 2000, p. 22). Além disso, são várias as versões existentes do QFD. Entre as mais conhecidas estão aquelas propostas por Akao (1990), King (1989) e ASI (1993). A Figura 2.7 apresenta a estrutura da Matriz da Casa da Qualidade proposta pela *American Supplier Institute* (ASI).

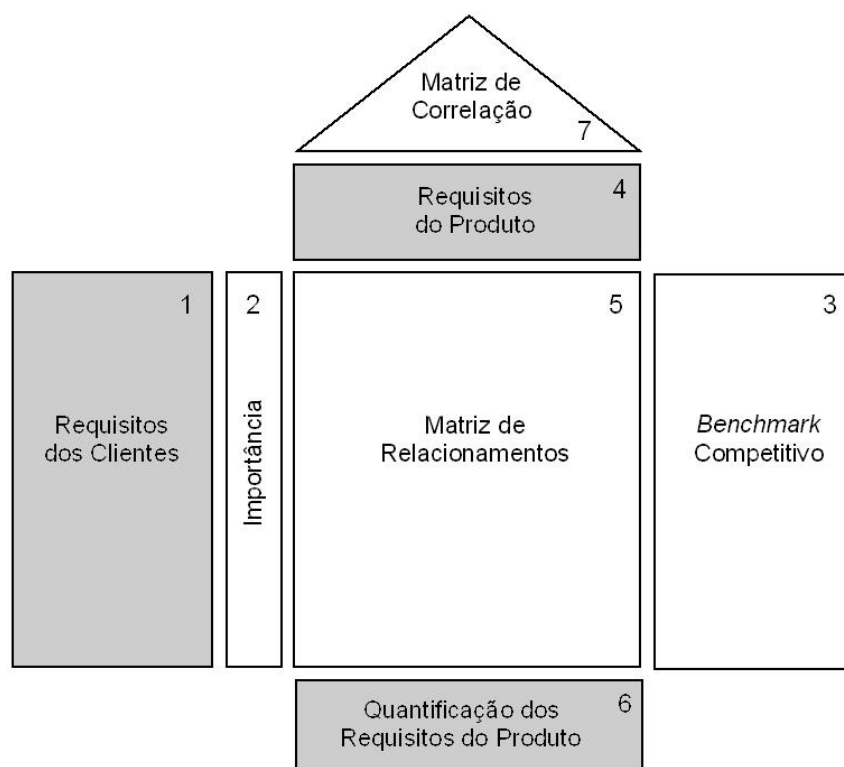


Figura 2.7 – Matriz da Casa da Qualidade proposta pela ASI (adaptado de ROZENFELD et al, 2006, p. 227).



Nota-se que a ferramenta sistematiza as atividades da fase de projeto apresentada até aqui, partindo dos requisitos dos clientes (campo 1), convertendo-os em requisitos do produto (campo 4), a fim de obter a quantificação dos requisitos do produto (campo 6). O campo 2 ainda estabelece o grau de importância de cada um dos requisitos dos clientes. No telhado da Casa da Qualidade (campo 7) são identificadas as relações recíprocas ou os conflitos dos requisitos entre si. O campo 5 demonstra as relações entre as vontades do cliente e os requisitos. Além disso podem ser incluídos fatores ponderais para as vontades dos clientes, avaliação da competitividade dos clientes, avaliação dos produtos concorrentes, bem como avaliação ponderada dos requisitos (PAHL e BEITZ, 1996).

Independentemente da ferramenta utilizada, Baxter (1995, p. 212) resume os procedimentos envolvidos para a obtenção das especificações de projeto nas seguintes palavras:

A especificação do projeto deve ser feita com precisão suficiente para permitir a tomada de decisões técnicas. Essa precisão não deve prejudicar a correta interpretação das necessidades e desejos do consumidor. E a especificação do projeto, de uma forma geral, deve conter uma descrição completa e compreensível das percepções e valores do consumidor. A especificação do projeto deve ser fiel às necessidades do consumidor.

Contudo, embora seja necessário ter um completo conhecimento dos requisitos do consumidor quando da elaboração da lista de especificações de projeto, isso não é tudo. Há muitos outros requisitos que não são manifestados pelo consumidor, que podem incluir desde requisitos de fabricação, distribuição, vendas, manutenção até àqueles impostos pelas normas e leis.

Gomes Ferreira (1997, p. 68) corrobora com esse raciocínio ao afirmar que, embora os requisitos de projeto sejam a principal base para a elaboração das especificações de projeto, outros requisitos de usuários importantes, mesmo

qualitativos, e ainda necessidades, formarão parte das especificações. Além disso, segundo o autor, as especificações de projeto devem ser acompanhadas de outros elementos importantes, tais como:

- Desejos explícitos do cliente ou dos usuários.
- Restrições de uso, funcionais, financeiras, legais, de normalização e de operação importantes.
- Descrição sintética das características principais do produto ou do projeto.
- Qualquer outro elemento que se julgue importante como elemento para posterior avaliação.

Na Figura 2.8 há uma representação típica de um documento de especificações de projeto. Além dos elementos já citados, aparecem os sensores, por meio dos quais é possível medir se os objetivos estão sendo ou não atingidos durante o projeto e também o campo das saídas indesejáveis, que representam o quê, exatamente, se pretende evitar com a agregação de tal especificação.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Classif.	Nº	Especificação	Data:		Unidade Medição	Objetivo	Sensores	Saídas indesejáveis	Comentários
			D	O					

Figura 2.8 – Estrutura de uma lista de especificações de projeto (GOMES FERREIRA, 1997, p. 69).

Embora seja o resultado mais importante das fases iniciais de projeto, é importante destacar que a lista de especificações deve ser considerada como evolutiva, como um documento escrito exaustivamente, e que, após a conclusão da

atividade de projeto, deve ter evoluído para corresponder às próprias características do produto final (PUGH, 1990, p. 44).

Portanto, fica bastante claro que a ausência de uma boa lista de especificações resultará em projetos que poderão falhar no mercado, conforme a experiência tem mostrado. Embora boas listas de especificações de projeto não necessariamente resultem nos melhores projetos, fazem com que, pelo menos, os objetivos estabelecidos sejam atingíveis e que as chances de erro diminuam.

## **2.4 Metodologias da Decisão**

Os tópicos seguintes abordarão aspectos importantes quanto ao histórico dos processos relacionados às metodologias da decisão, com ênfase para a abordagem multicritério. Serão abordadas suas origens, desenvolvimento e principais conceitos. Através de uma seqüência de atividades básicas, introduz-se o assunto em preparação para uma melhor compreensão acerca das técnicas e ferramentas específicas da abordagem multicritério que serão incorporadas ao modelo proposto no capítulo 3.

### **2.4.1 Processo Decisório**

De maneira geral, o campo do conhecimento chamado de processo decisório originou-se da Pesquisa Operacional (PO) que, segundo Ehrlich (1991, p. 13), pode ser definida como um conjunto de metodologias que visam “estruturar processos

aparentemente não estruturados por meio da construção de modelos” e, além disso, “utiliza um conjunto de técnicas quantitativas com o intuito de resolver os aspectos matemáticos dos modelos”.

Raiffa (1977, p. 334) ressaltou que a maioria dos pesquisadores operacionais sempre preferiu trabalhar em problemas de natureza repetitiva que, de preferência, não exigissem dados subjetivos. Segundo o autor, a inclusão de opiniões e julgamentos, característica dos problemas estratégicos de tipo único, recebia apenas tratamento superficial na literatura da Pesquisa Operacional, justamente por essa razão.

Contudo, em 1960, foi introduzida a teoria da decisão por Howard Raiffa e Robert Schlaifer, da *Harvard University's Business School*. Desde então, o que não passava de mais uma abstrata disciplina matemática tem sido promovida para um potencial uso tecnológico conhecido como análise da decisão. O sucesso de tal desenvolvimento ficou evidente através de inúmeras aplicações em diferentes campos da atividade humana, como o comércio, o governo e a medicina. (GOODWIN e WRIGHT, 1998).

De acordo com o próprio Howard Raiffa (1977, p. 7), a motivação para o desenvolvimento das teorias relacionadas à decisão, é expressa nas seguintes palavras:

Às vezes, [...] poderemos encontrar-nos em uma situação em que sentimos que vale a pena gastar tempo e esforço para pensar, concentrada e sistematicamente, sobre os diferentes cursos de ação que poderíamos seguir. Poderíamos estar inclusive dispostos a entrar com alguns números, se achássemos que eles nos ajudariam a tomar uma decisão melhor.

Portanto, para subsidiar tal interesse, tornou-se desejável o desenvolvimento de estudos que pudessem formalizar e sistematizar o processo decisório, tal como a

Análise da Decisão já citada, descrita da seguinte maneira por Goodwin e Wright (1998, p. 3):

Análise da Decisão [...] envolve a decomposição de um problema de decisão em um conjunto de pequenos problemas (e, esperamos, mais fáceis de manusear). Após cada problema menor ter sido tratado separadamente, a análise da decisão prevê um mecanismo formal para integrar os resultados de tal forma que um curso de ação pode ser provisoriamente selecionado.

Vale destacar, no entanto, que a Análise da Decisão não se destina a resolver um problema de decisão, constituindo-se de fórmula mágica ou geradora de soluções ótimas para o contexto. Sua finalidade é produzir *'insights'* e promover a criatividade para auxiliar as pessoas a tomarem decisões melhores (KEENEY, 1982). Em outras palavras, as metodologias oriundas do processo decisório visam diminuir as chances de erro frente situações de decisões complexas.

#### 2.4.2 Abordagem Multicritério

Mais recentemente, os estudos a respeito do processo decisório fizeram emergir metodologias direcionadas a trabalhar com problemas que envolvem múltiplos critérios. Com o objetivo de expandir o conhecimento aplicado pela Pesquisa Operacional tradicional, até então, desenvolveu-se a abordagem multicritério, na qual o responsável por tomar decisões deveria equilibrar suas próprias preferências, a fim de atingir possíveis conseqüências ou resultados. A preocupação das metodologias multicritério, em contraste com as tradicionais monocritério, é em como um indivíduo, ou grupo de indivíduos, pode fazer sentido

aos seus valores conflitantes, objetivos, metas e chegar a uma decisão acertada (KEENEY e RAIFFA, 1993, p. 1).

A abordagem multicritério tem-se desenvolvido a partir de duas escolas principais, uma conhecida como *MCDM (Multicriteria Decision Making)*, de origem americana; e outra conhecida como *MCDA (Multicriteria Decision Aid)*, de origem européia. Dutra (1998), através de um estudo bibliográfico mais aprofundado sobre o tema, resume as diferenças mais marcantes entre a escola americana e a escola européia, conforme observadas no Quadro 2.5:

Quadro 2.5 – Principais diferenças entre MCDA e MCDM (DUTRA, 1998, p. 45).

<b>Escola Européia</b>	<b>Escola Americana</b>
Reconhecimento da presença e necessidade de integração, tanto dos elementos de natureza objetiva como os de natureza subjetiva.	Reconhecimento apenas dos elementos de natureza objetiva.
O principal objetivo é construir ou criar algo (atores e facilitadores em conjunto) que, por definição, não preexistia completamente.	O principal objetivo é descobrir ou descrever algo que, por definição, preexiste completamente.
Busca entender um axioma particular, no sentido de saber qual o seu significado e o seu papel na ‘elaboração de recomendações’.	Busca analisar um axioma particular, no sentido de que ele nos levará a uma verdade através de ‘normas para prescrever’.
Ajuda a entender o comportamento do tomador de decisão, trazendo para ele argumentos capazes de fortalecer ou enfraquecer suas próprias convicções.	Não existe a preocupação de fazer com que o tomador de decisão compreenda o seu problema, apenas que explicita as suas preferências.

Mesmo antes do desenvolvimento das duas escolas, Raiffa (1977, p. 16) já apontava certas diferenças entre as duas correntes teóricas:

Em linhas gerais, os [...] ‘subjetivistas’, desejam introduzir julgamentos e sensações intuitivas, diretamente na análise formal do problema de decisão. Os [...] objetivistas, acham que esses aspectos subjetivos devem ser deixados fora da análise formal, e que se forem usados, o sejam apenas

para ligar, ao mundo real, os resultados objetivos que são obtidos pelo uso de um modelo formal.

Com base em tais afirmações, entende-se que o modelo a ser proposto neste trabalho poderá estar mais abalizado com as ferramentas e técnicas procedentes da escola européia, dado que um problema de projeto de produto envolve, além dos requisitos objetivos e quantitativos, um imenso apanhado de atributos com caráter subjetivo e qualitativo, que deverão ser atendidos baseados nas preferências e no ponto de vista de seus clientes específicos.

Em contrapartida, na fase de Projeto Informacional do processo de desenvolvimento de produtos não há a intenção de trazer argumentos para fortalecer ou enfraquecer as convicções de quem toma a decisão de compra. Afinal, trata-se de produtos de massa e os decisores, nesse caso, são pessoas inseridas no mercado que, embora algumas delas possam expressar suas opiniões através de pesquisas, a imensa maioria não participa plenamente do processo.

De modo que o mais importante não é exatamente rotular ou localizar o modelo desenvolvido neste trabalho em determinada metodologia ou escola. O objetivo é absorver e experimentar procedimentos e técnicas provenientes das metodologias do processo decisório que, uma vez adaptadas, sirvam para agregar valor e aprimorar o processo de desenvolvimento de novos produtos.

Seja qual for a corrente de pensamento, o objetivo das metodologias multicritério não é atingir um resultado único e replicável para qualquer problema, mas reconhecer a existência de múltiplos fatores que influenciam o rumo de ação em situações específicas. Keeney (1992) defende que, para atender adequadamente tantos critérios, deve-se direcionar o pensamento para os valores. Para ser mais exato, os valores de quem tomará a decisão.

Para Keeney (1992, p. 6), o pensamento focado no valor pode melhor subsidiar as decisões porque, em geral, os valores são estratégicos. Eles não auxiliam apenas na criação de melhores alternativas de solução para determinado problema, mas também na identificação das melhores situações de decisão. A definição de valor, segundo o mesmo autor, é a seguinte:

Valores são princípios utilizados para a avaliação. Eles são utilizados para avaliar as reais ou potenciais conseqüências da ação e inação, das propostas de alternativas, e das decisões. Eles vão desde os princípios éticos que devem ser respeitados até as orientações para as preferências entre opções.

Movido por esse conceito, Keeney desenvolveu uma estrutura prática, para representar o pensamento com foco no valor. A Figura 2.9 apresenta a estrutura do pensamento focado no valor para decisões específicas, juntamente com os fluxos de informações e o contexto estratégico do decisor.

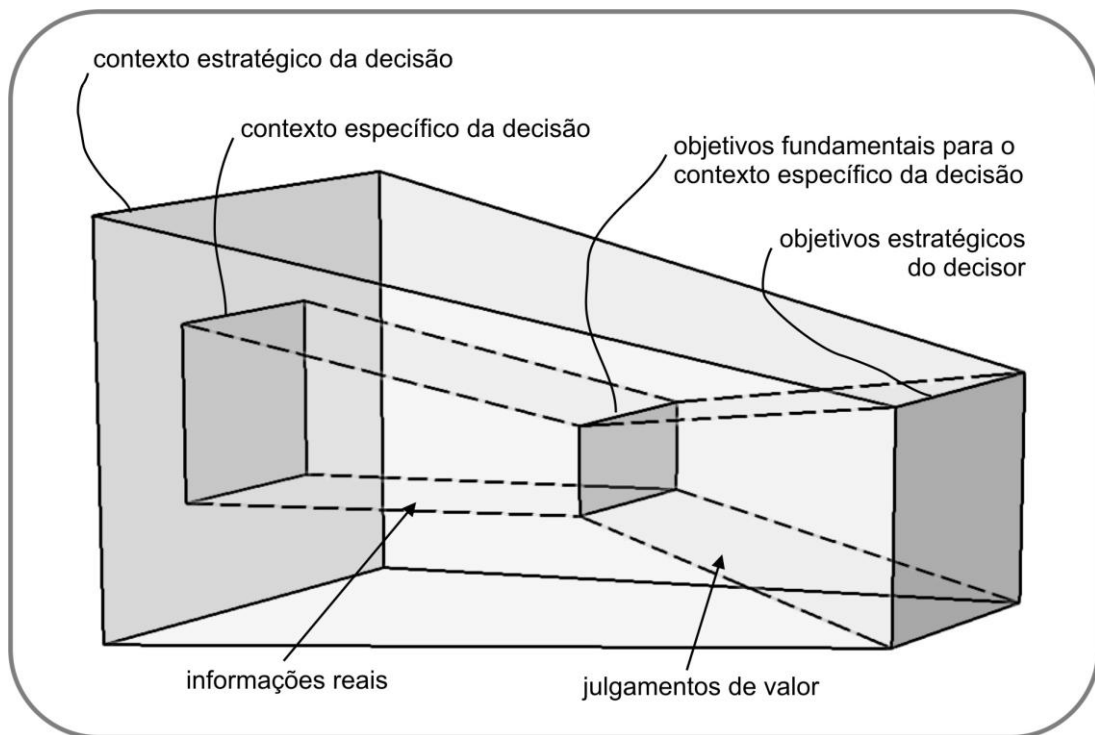


Figura 2.9 – Estrutura do pensamento focado no valor (KEENEY, 1992, p. 46).



Conforme a figura, um determinado contexto de decisão e seus objetivos fundamentais, em conjunto, definem o quadro de decisão. Quanto ao contexto de decisão, pode-se dizer que ele “define o conjunto de alternativas adequadas para considerar uma situação de decisão específica”. Já os objetivos fundamentais “tornam explícitos os valores que nos preocupam no contexto e definem a classe de conseqüências de preocupação.” (KEENEY, 1992, p. 30). Segundo o mesmo autor, um objetivo é uma afirmação de algo que se deseja alcançar, sendo caracterizado por três aspectos: um contexto de decisão, um objeto, e uma direção de preferência.

Para ilustrar, pode-se citar o exemplo do problema das filas dos bancos. Um objetivo seria ‘minimizar o tempo de espera’ e, seu contexto, as ‘filas de espera nos bancos’. O objeto é o ‘tempo de espera’, enquanto a direção de preferência é que ‘menos tempo é preferível a mais tempo’.

Os termos e definições empregados aqui serão melhores esclarecidos no próximo capítulo. Mais importante, no momento, é resumir que o modelo se constrói a partir dos valores de quem tomará a decisão final. Depois de estabelecidos os valores, pode-se compreender os objetivos que, por sua vez, elucidarão alternativas para apoiar decisões mais acertadas. A Figura 2.10 esquematiza a seqüência de atividades para o pensamento focado no valor em problemas de decisão.

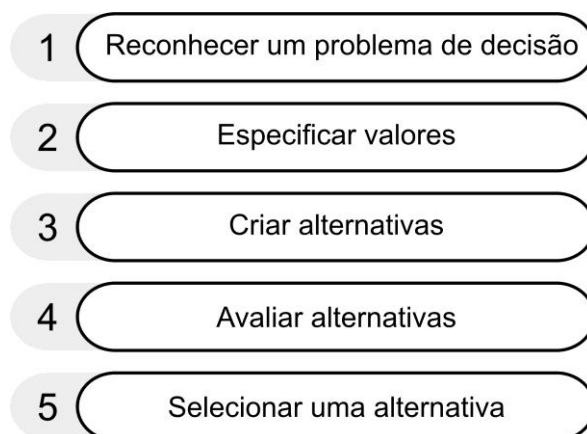


Figura 2.10 – Seqüência de atividades para problemas de decisão (adaptado de KEENEY, 1992, p. 49).

O objetivo dessa seqüência é desenvolver e integrar os conceitos e procedimentos conhecidos em uma abordagem explícita, o que resultará em uma compreensão mais profunda e mais precisa a respeito do que deve ser de real preocupação em problemas de decisão (KEENEY, 1992). O mesmo objetivo procurará ser alcançado no próximo capítulo, através da formalização do modelo multicritério para a fase específica de Projeto informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Os valores, ou necessidades dos clientes, serão a base para tal empreendimento.

## **2.5 Considerações Finais**

Este capítulo abordou os procedimentos sistemáticos, apresentados na literatura, que constituem práticas eficazes utilizadas nas fases iniciais de projeto de produtos, no que diz respeito à obtenção das necessidades dos clientes até a sua conversão em especificações que o produto deverá possuir quando lançado no mercado. Percebeu-se que diversos autores, de maneira direta ou indireta, propõem as etapas principais apresentadas neste capítulo: definição dos clientes; identificação dos requisitos dos clientes; conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto e obtenção das especificações de projeto. A literatura abordada sugere que, no Projeto Informacional, são nessas atividades que se tomam as decisões mais importantes para o sucesso comercial de um produto, ao torná-lo adequado às necessidades dos clientes.

A atividade de definição dos clientes de um projeto é realizada com o auxílio do mapeamento do ciclo de vida do produto, através de modelos que forneçam uma

descrição gráfica da história do produto, descrevendo os estágios pelos quais o produto passa. Tais clientes podem ser internos, intermediários ou externos. Com a análise do Diagrama de Kano, compreendeu-se a existência de três classes de requisitos dos clientes: os requisitos básicos, os de desempenho esperado e os de excitação, indicando que as expectativas do cliente aumentam ao longo do tempo.

Depois de realizados o agrupamento, análise e classificação das necessidades, elas devem ser reescritas na forma de requisitos dos clientes, relacionados com aspectos tais como: desempenho funcional, fatores humanos, propriedades, espaço, confiabilidade, ciclo de vida, recursos e manufatura (ROZENFELD et al, 2006, p. 219). A atividade seguinte consiste em converter os requisitos dos clientes em requisitos do produto. Isso significará, agora, decidir algo físico sobre o produto, que o afetará durante o processo de projeto. Como auxílio a esta atividade, Fonseca (2000) sugere utilizar a matriz de obtenção dos requisitos de projetos.

Por fim, a partir dos requisitos do produto é possível obter a lista de especificações de projeto. Esse é o principal resultado e referência básica das fases iniciais de projeto consideradas neste trabalho. As especificações de projeto nada mais são do que os requisitos do produto associados com valores-meta. Atualmente, a ferramenta mais utilizada para auxiliar a equipe de projeto na geração das especificações-meta é o QFD (*Quality Function Deployment*), mais especificamente a Matriz da Casa da Qualidade.

Conclui-se, portanto, que a literatura é rica em procedimentos sistematizados para as etapas iniciais do projeto de produtos, embora tais procedimentos envolvam métodos e ferramentas que se encontram um tanto desconexas entre si, resultando na falta de consenso por parte de diversos autores. Embora este capítulo contenha

as melhores práticas obtidas com um conjunto selecionado de autores, existe, na literatura e na prática, a excessiva simplificação dos procedimentos e a tendência das equipes de desenvolvimento obter as especificações de projeto por conta própria, sem o trabalho prévio de interação com os clientes e estudo de suas necessidades. Além disso, concluiu-se que são raras as publicações que tratam das etapas iniciais do processo de desenvolvimento de produtos com foco na tomada de decisões e como um problema gerador de múltiplos critérios.

Nesse sentido, foi fundamental a revisão bibliográfica a respeito do Modelo Unificado de Referência (MUR) e das metodologias multicritério provenientes da área de conhecimento conhecida como processo decisório. Percebeu-se a potencialidade quanto à adequação de métodos e ferramentas amplamente utilizados na abordagem multicritério para a utilização sistemática na fase de Projeto Informacional proposta pelo modelo de referência. Embora o referencial teórico da abordagem multicritério tenha sido apresentado, as ferramentas e técnicas específicas de tal abordagem serão expostas no capítulo seguinte, ao mesmo tempo em que a estrutura do modelo multicritério é construída sobre o alicerce do Modelo Unificado de Referência.

## **CAPÍTULO 3**

---

### **3 MODELO MULTICRITÉRIO PARA O PROJETO INFORMACIONAL**

#### **3.1 Introdução**

Será apresentada neste capítulo a construção de um modelo que terá por objetivo servir de referência, quanto à sua abordagem multicritério e foco no processo de tomadas de decisão, para a fase de desenvolvimento de produtos denominada Projeto Informacional. O modelo será desenvolvido e descrito passo a passo, utilizando como plano de fundo o Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld et al (2006), conforme explicado nas páginas à frente.

#### **3.2 Construção do Modelo Multicritério a Partir do Modelo Unificado de Referência**

A fase de Projeto Informacional (PI) do Modelo Unificado de Referência (MUR), de Rozenfeld et al (2006), localizada na macrofase de Desenvolvimento do Produto, tem como objetivo final, a partir do levantamento e organização de informações oriundas de diversas fontes, desenvolver um conjunto de especificações-meta do produto, que servirão como critério de avaliação e de tomada de decisão em etapas posteriores do desenvolvimento. Daí sua importância para o sucesso de todo o processo. Conforme já abordado neste trabalho, um problema mal definido já nessa etapa inicial de desenvolvimento poderá

comprometer todos os investimentos da empresa ou mesmo a não aceitação do produto no mercado ao qual ele se propõe a atender.

As principais atividades da atual fase de PI estão organizadas na Figura 3.1.

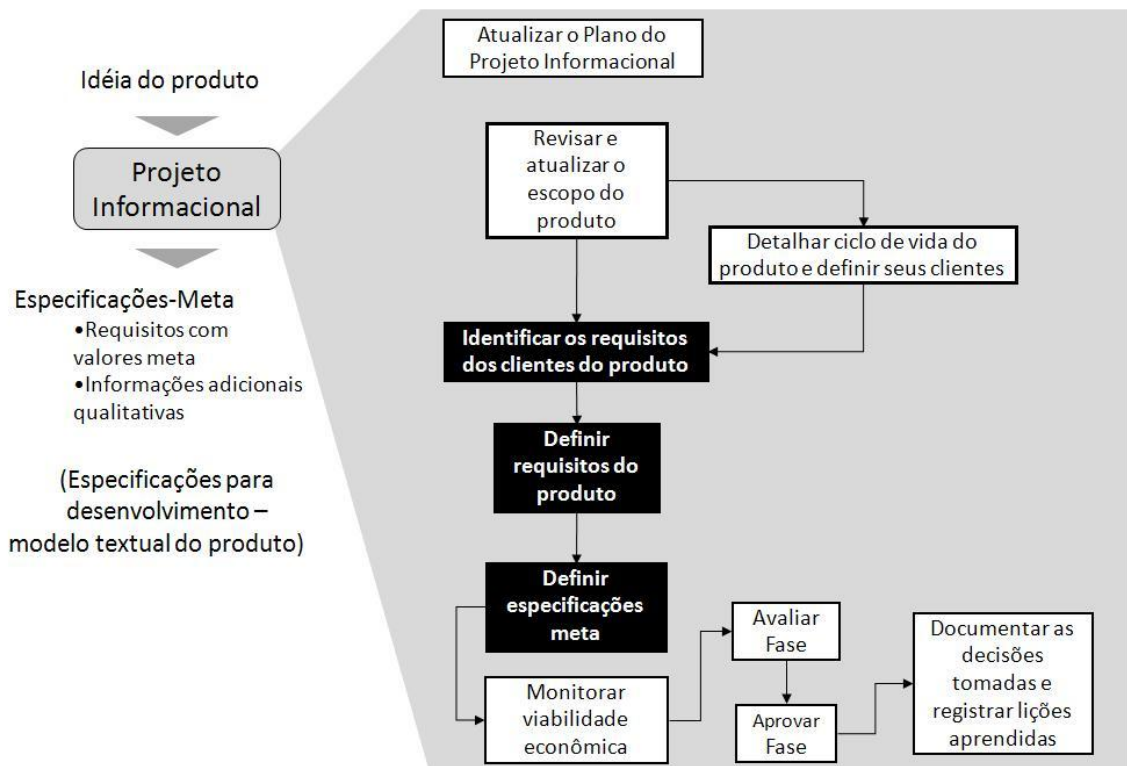


Figura 3.1 – Informações principais e dependência entre as principais atividades da fase de Projeto Informacional do MUR (ROZENFELD et al, 2006, p. 212).

É importante ressaltar que o modelo desenvolvido neste trabalho não tem por objetivo descaracterizar o Modelo Unificado de Referência, no sentido de eliminar, acrescentar ou substituir atividades da fase de Projeto Informacional. A contribuição para o processo se dará em um nível mais operacional, naquele relativo aos métodos, ferramentas e documentos de apoio utilizados para o cumprimento de cada atividade.

Além do mais, nem todas as atividades sofrerão intervenções, apenas aquelas destacadas na Figura 3.1, a saber: 'Identificar os requisitos dos clientes do

produto’, ‘Definir requisitos de projeto do produto’ e ‘Definir especificações-meta do produto’. Essas são as atividades, identificadas na revisão bibliográfica, que envolvem situações críticas de decisão. As demais serão explicadas de maneira sucinta e genérica, conforme se segue.

A Figura 3.1 indica que a fase de Projeto Informacional se inicia com a atualização do Plano do Projeto Informacional, para que esse plano mantenha coerência com o planejamento geral feito na fase anterior de Planejamento do Projeto. Depois revisa-se e atualiza-se o escopo do produto. As principais tarefas desta atividade, de ‘Revisar e atualizar o escopo do produto’ são: ‘análise do problema de projeto’, ‘análise de tecnologias disponíveis e necessárias’, ‘pesquisa de padrões/normas, patentes e legislação’ e ‘pesquisa de produtos concorrentes e/ou similares’. A organização dessas tarefas está ilustrada na Figura 3.2.

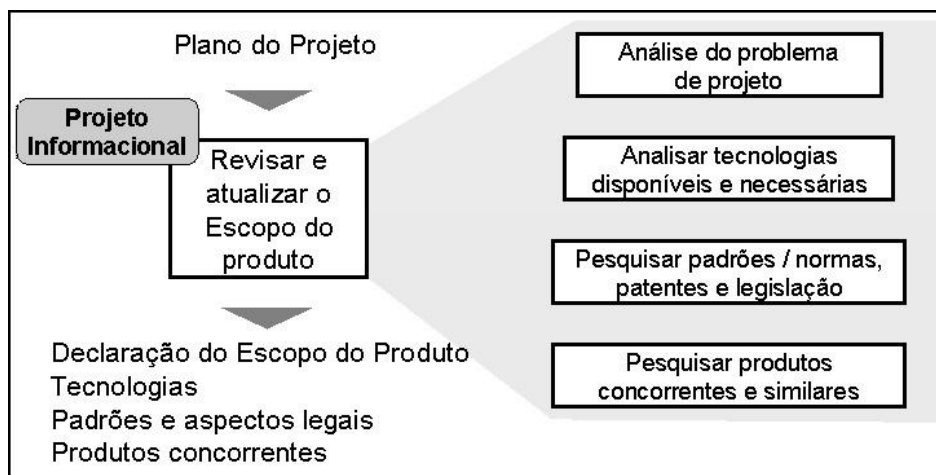


Figura 3.2 – Tarefas da atividade ‘Revisar e atualizar o Escopo do Produto’ (ROZENFELD et al, 2006, p. 213).

Com o problema definido, passa-se para a atividade de mapeamento do ciclo de vida do produto e definição de seus clientes, cujas principais tarefas são: ‘refinar o ciclo de vida do produto’ e ‘definir os clientes do projeto ao longo do ciclo de vida’.

As tarefas da atividade de ‘Detalhar o ciclo de vida do produto’ encontram-se na Figura 3.3.

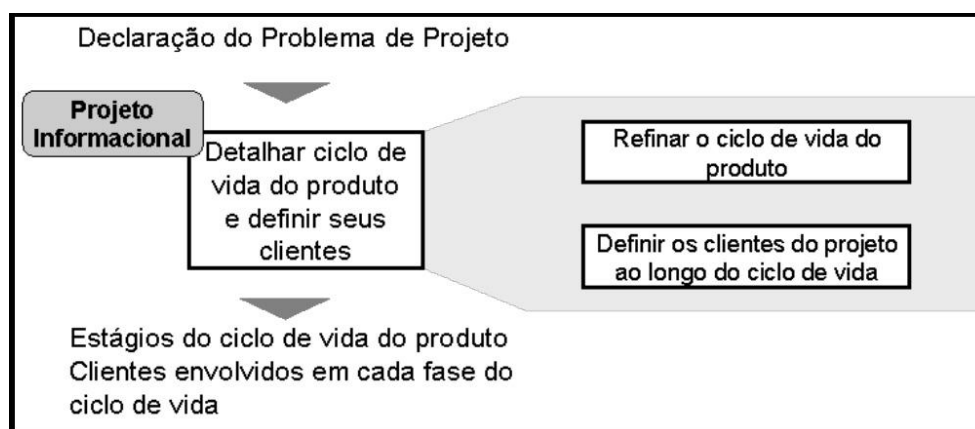


Figura 3.3 – Tarefas da atividade ‘Detalhar o ciclo de vida do produto’ (ROZENFELD et al, 2006, p. 216).

De um modo geral, os modelos de ciclo de vida, conforme o exemplo da Figura 2.1, apresentado no capítulo 2 deste trabalho, fornecem uma descrição gráfica da história do produto, isto é, os estágios pelos quais o produto passa, o que auxilia na definição das características físicas, de forma, de materiais, de uso, de fabricação e outras características importantes para os clientes.

Até aqui, entende-se que as atividades descritas e suas respectivas tarefas não necessitam sofrer alterações ou embasamento em sugestões específicas quanto ao uso de métodos, ferramentas e documentos de apoio para a correta realização da fase de Projeto Informacional. O mesmo acontece com as atividades genéricas, finais, da fase: ‘Monitorar viabilidade econômica’, ‘Avaliar fase’, ‘Aprovar fase’ e ‘Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas’ (ver Figura 3.1). Portanto, passa-se agora para o detalhamento das três atividades do modelo contempladas com as contribuições da abordagem multicritério. Tais atividades constituem a base do trabalho em questão.



### 3.2.1 Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto

Antes de introduzir, de fato, a atividade do modelo referente a 'Identificar os requisitos dos clientes do produto', é importante esclarecer a maneira como a proposta será apresentada graficamente em cada um dos tópicos que se seguem. A representação está organizada com base na teoria das cadeias de meios e fins de Keeney. Conforme a Figura 3.4 ilustra, os meios para se cumprirem as atividades são as tarefas. Os meios para se cumprir as tarefas são os métodos, ferramentas e documentos de apoio que, por sua vez, podem ser obtidos por meio da literatura.

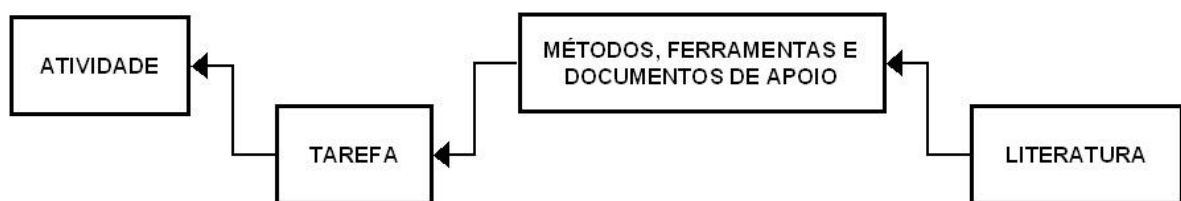


Figura 3.4 – Esquema de representação gráfica do modelo multicritério.

Destaca-se que a representação das setas é a partir das caixas que contém a descrição dos meios em direção às caixas que contém a descrição dos fins, nesse caso, da direita para a esquerda. Além disso, a literatura indicada foi resumida aos autores básicos, fundamentais, de cada conceito apresentado.

Ao extrapolar o conteúdo da Figura 3.4, pode-se dizer que o fim (ou objetivo) comum de todas as atividades contempladas neste capítulo é o de cumprir a fase de Projeto Informacional. Seguindo o mesmo raciocínio, tal fase é um dos meios (juntamente com as demais fases genéricas de Planejamento de Projeto, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção e Lançamento do Produto) para efetuar o completo desenvolvimento de um produto.

Com base nessas convenções, portanto, a Figura 3.5 descreve o modelo multicritério da atividade de ‘Identificar os requisitos dos clientes do produto’ do Projeto Informacional.

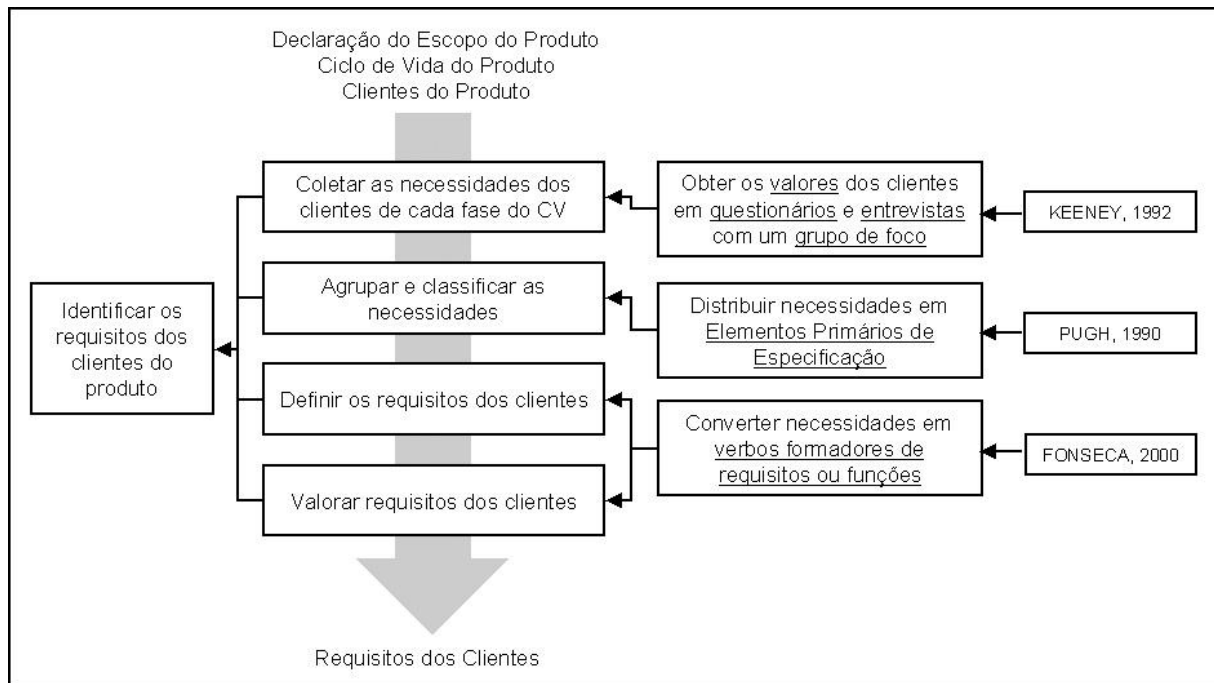


Figura 3.5 – Atividade de ‘Identificar os requisitos dos clientes do produto’ com abordagem multicritério.

Como se pode ver, a atividade de identificar os requisitos dos clientes é cumprida por meio de quatro tarefas: ‘Coletar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida’; ‘Agrupar e classificar as necessidades’; ‘Definir requisitos dos clientes’ e; ‘Valorar requisitos dos clientes’. No início da primeira tarefa, as informações que já estão disponíveis, obtidas nas atividades anteriores, são: a declaração do escopo do produto; o ciclo de vida do produto e; os clientes do produto. Por outro lado, a informação gerada ao final da atividade serão os requisitos dos clientes.

Para a primeira tarefa de ‘Coletar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida’ propôs-se a obtenção dos valores dos clientes, pois, segundo Keeney (1992, p. 1), as alternativas para se solucionar um problema “são relevantes

apenas porque elas são recursos para alcançar seus valores. Assim, o seu primeiro pensamento deve centrar-se em valores e, mais tarde, alternativas que possam alcançá-los.” De modo que os valores dos clientes, expressos em necessidades, constituem o alicerce do Projeto Informacional.

Contudo, como obter informações tão subjetivas de um público tão amplo, como o mercado consumidor? Em um projeto piloto, utilizando a MCDA, publicado recentemente, realizou-se a experiência de obter as necessidades de um personagem símbolo, um indivíduo que representasse o público-alvo do produto em questão. Porém, a sugestão final do trabalho, quanto a esse assunto, foi a de aplicar questionários e entrevistas em um cenário com diversos decisores de compra, pois tal procedimento aumentaria as chances de as preferências do público-alvo estarem melhor representadas (BALBIM et al, 2008a; BALBIM et al, 2008b).

Portanto, a proposta para esse levantamento de necessidades através dos valores é a implementação de um grupo de foco. O grupo de foco (ou *focus group*) envolve a seleção de um grupo de cinco a nove consumidores e realiza-se, em ambiente controlado, uma dinâmica de grupo em que os clientes são estimulados a reagir diante dos produtos e são avaliados seus comportamentos, comentários e sugestões (AAKER, KUMAR e DAY, 2001). O objetivo dessa pesquisa qualitativa, segundo Baxter (1995, p. 167), é obter a percepção aprofundada da necessidade de mercado de um pequeno número de consumidores, ao passo que tal autor também sugere o número aproximado de cinco pessoas para o grupo pesquisado.

Na medida em que um conjunto amplo e suficiente de necessidades já foi obtido, passa-se para a segunda tarefa da atividade, que é a de agrupar e classificar essas necessidades, para que a equipe de projeto possa verificar as necessidades similares e eliminar as repetições e as necessidades pouco relevantes para o

projeto. Conforme a Figura 3.5, o meio proposto para cumprir essa tarefa é distribuir as necessidades em Elementos Primários de Especificação (PUGH, 1990). Esses elementos devem ser levados em consideração quando da triagem das necessidades, pois, segundo o autor, agem como um manto envolvendo o núcleo central de atividades do projeto, assim como apresentado na Figura 3.6.



Figura 3.6 – Elementos Primários de Especificação de Pugh (1990).

Uma vez realizados o agrupamento, análise e classificação das necessidades, elas devem ser reescritas na forma de requisitos dos clientes, em função de estarem inicialmente descritas segundo a linguagem dos clientes. Esse refinamento, como a terceira tarefa da atividade abordada, permitirá que a equipe de projeto trabalhe melhor com as informações obtidas, em uma linguagem de projeto, relacionando os requisitos com aspectos tais como: desempenho funcional, fatores

humanos, propriedades, espaço, confiabilidade, ciclo de vida, recursos e manufatura (ROZENFELD et al, 2006, p. 219).

Segundo Fonseca (2000, p. 59), uma forma simples para converter as necessidades em requisitos dos clientes, é a seguinte:

Todo requisito de usuário é:

- uma frase curta composta pelos verbos ser, estar ou ter, seguida de um ou mais substantivos, ou
- uma frase composta por um verbo que não seja ser, estar ou ter, seguida de um ou mais substantivos, denotando, neste caso, uma possível função do produto.

Os esquemas apresentados na Figura 3.7 foram elaborados com base nessas definições.

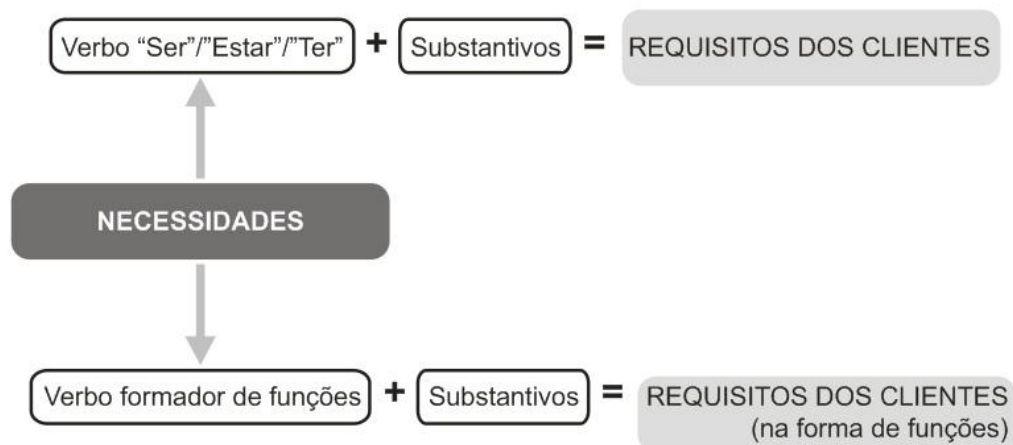


Figura 3.7 – Conversão das necessidades em requisitos dos clientes (adaptado de FONSECA, 2000, p. 60).

Sendo assim, para o primeiro caso, pode-se exemplificar o processo de conversão pensando em um cliente que não quer pagar muito caro por determinado produto. Nesse exemplo, o requisito do cliente seria assim expresso: 'ter preço acessível'. Para exemplificar o segundo caso, imagina-se um cliente com a necessidade de adquirir um aspirador de pó que, além de aspirar a sujeira seca,

também possa aspirar sujeira úmida ou até mesmo água. O requisito desse cliente, que também denota uma função do produto, deveria ser expresso em palavras tais como as seguintes: ‘aspirar líquidos’.

Finalmente, a atividade de identificar os requisitos dos clientes do produto é concluída com a tarefa de ‘valorar requisitos dos clientes’. É fundamental destacar que o cumprimento dessa tarefa é desnecessário para o modelo proposto, haja vista que a usual ferramenta QFD será suprimida neste trabalho. Tal valoração é necessária apenas para a inserção dos graus de preferências dos clientes na matriz da casa da qualidade e, apesar de a tarefa ter sido mantida no esquema gráfico para manter o arranjo original, não oferece maiores benefícios para o modelo multicritério em questão.

### 3.2.2 Definir Requisitos de Projeto do Produto

O esquema gráfico, ou mapa mental, da segunda atividade da fase de Projeto Informacional contemplada com a abordagem multicritério pode ser observado na Figura 3.8. Trata-se da atividade de ‘Definir requisitos de projeto do produto’. Observa-se que as principais informações de entrada para essa atividade são os ‘requisitos dos clientes’, obtidos na atividade anterior. Na outra extremidade o principal resultado, ou entrega, são os ‘requisitos do produto’.

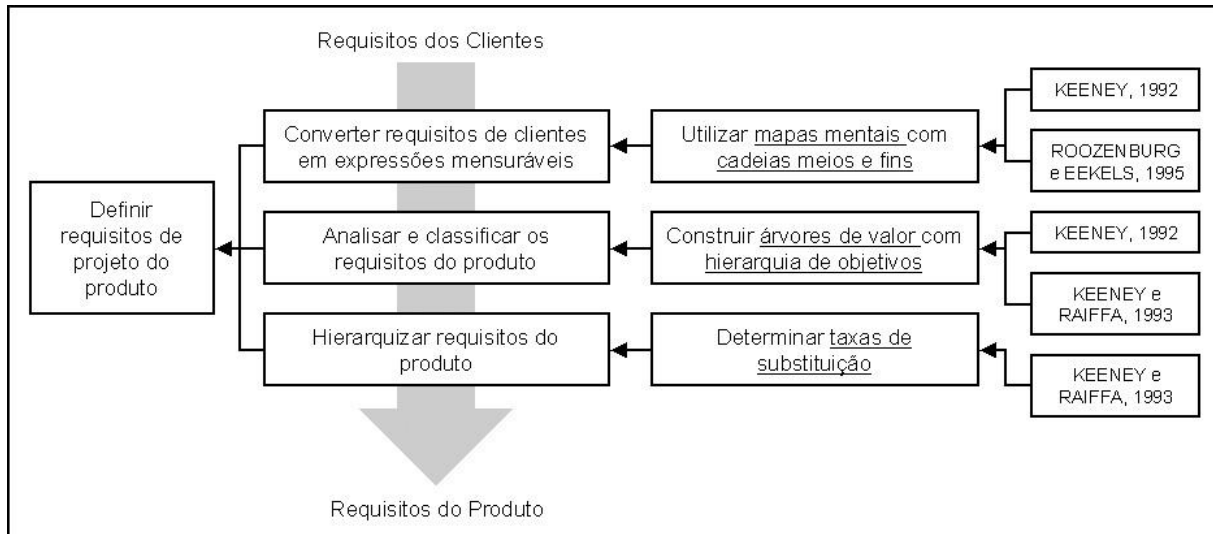


Figura 3.8 – Atividade de ‘Definir requisitos de projeto do produto’ com abordagem multicritério.

O método utilizado neste modelo para cumprir a primeira tarefa, ou seja, converter requisitos dos clientes em expressões mensuráveis é proposto por Roozenburg e Eekels (1995), com base nos estudos de Keeney (1992). Trata-se, justamente, da utilização de mapas mentais em cadeias de meios e fins, já abordados sucintamente neste trabalho.

Uma cadeia de meios-fins consiste num conjunto de objetivos, cada um dos quais pode ser visto como um meio para atingir um fim, ou uma causa de um efeito. Desta maneira, os níveis inferiores do mapa normalmente são objetivos mais operacionais e mais fáceis de medir (ROOZENBURG e EEKELS, 1995, p. 141).

A ilustração de uma cadeia de meios e fins pode ser observada na Figura 3.9, que traz o exemplo de um problema referente à segurança na viagem de automóvel.

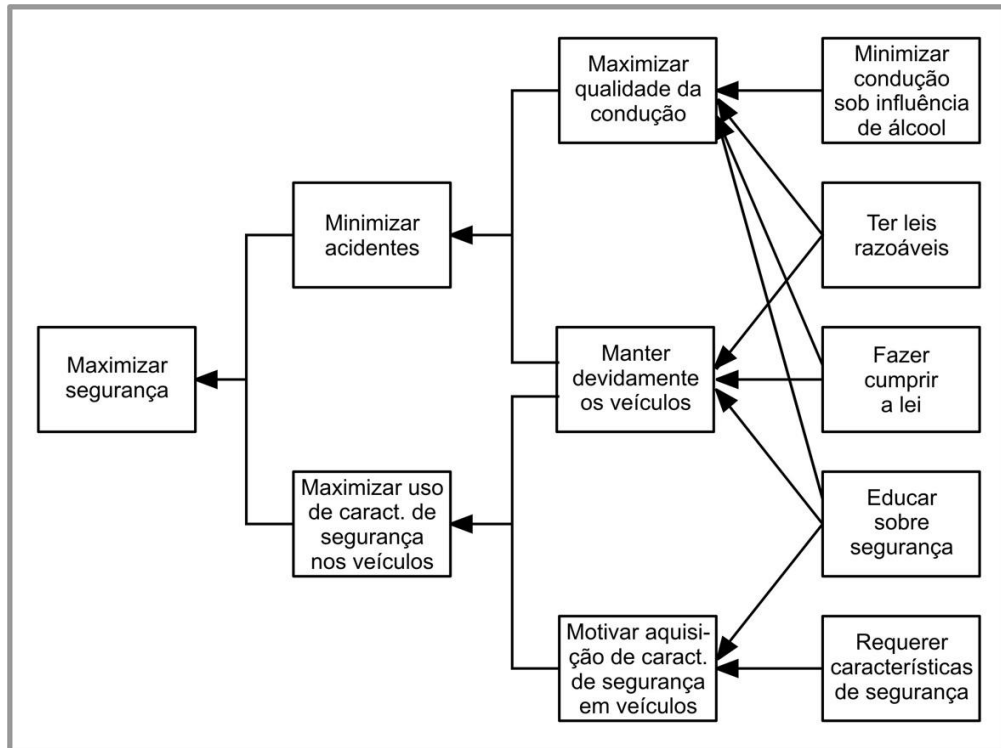


Figura 3.9 – Exemplo de cadeia de meios-fins (KEENEY, 1992, p. 70).

Portanto, o método das cadeias de meios e fins tem como um dos resultados mais importantes a obtenção dos objetivos primários, ou operacionais, aqueles que contribuem pontualmente para a solução de um problema global, através de pequenas soluções locais. Na Figura 3.9, por exemplo, o objetivo de ‘manter devidamente os veículos’ é obtido por três outros objetivos menores, mais pontuais: ‘ter leis razoáveis’, ‘fazer cumprir a lei’ e ‘educar sobre segurança’. Aplicado ao projeto de um produto industrial, esse método seria especialmente válido para a obtenção de diversos atributos e requisitos do produto a partir dos requisitos dos clientes. Os requisitos do produto seriam os meios e, o requisito do cliente correlato, o fim a ser atingido.

Através da análise dos mapas mentais obtidos no projeto até este momento, pode-se iniciar a segunda tarefa da atividade, ou seja, ‘analisar e classificar os requisitos do produto’. Para este fim, propõe-se a estruturação do modelo através da



construção de ‘árvores de valor’ em ‘hierarquia de objetivos’ (KEENEY, 1992; GOODWIN e WRIGHT, 1998).

O processo de estruturação de objetivos resulta em uma compreensão mais profunda e mais precisa a respeito do que deve ser de preocupação no contexto da decisão. A estruturação ajuda a esclarecer o contexto de decisão e a definir o conjunto de objetivos fundamentais. Isto leva a uma distinção mais clara entre os objetivos fundamentais e os objetivos meios (KEENEY, 1992, p. 69).

Para maior esclarecimento, a título de demonstração, apresenta-se na Figura 3.10 um exemplo de estrutura em árvore de valor relacionada à situação de um decisor específico em busca do melhor emprego, segundo seu ponto de vista, ou valores.

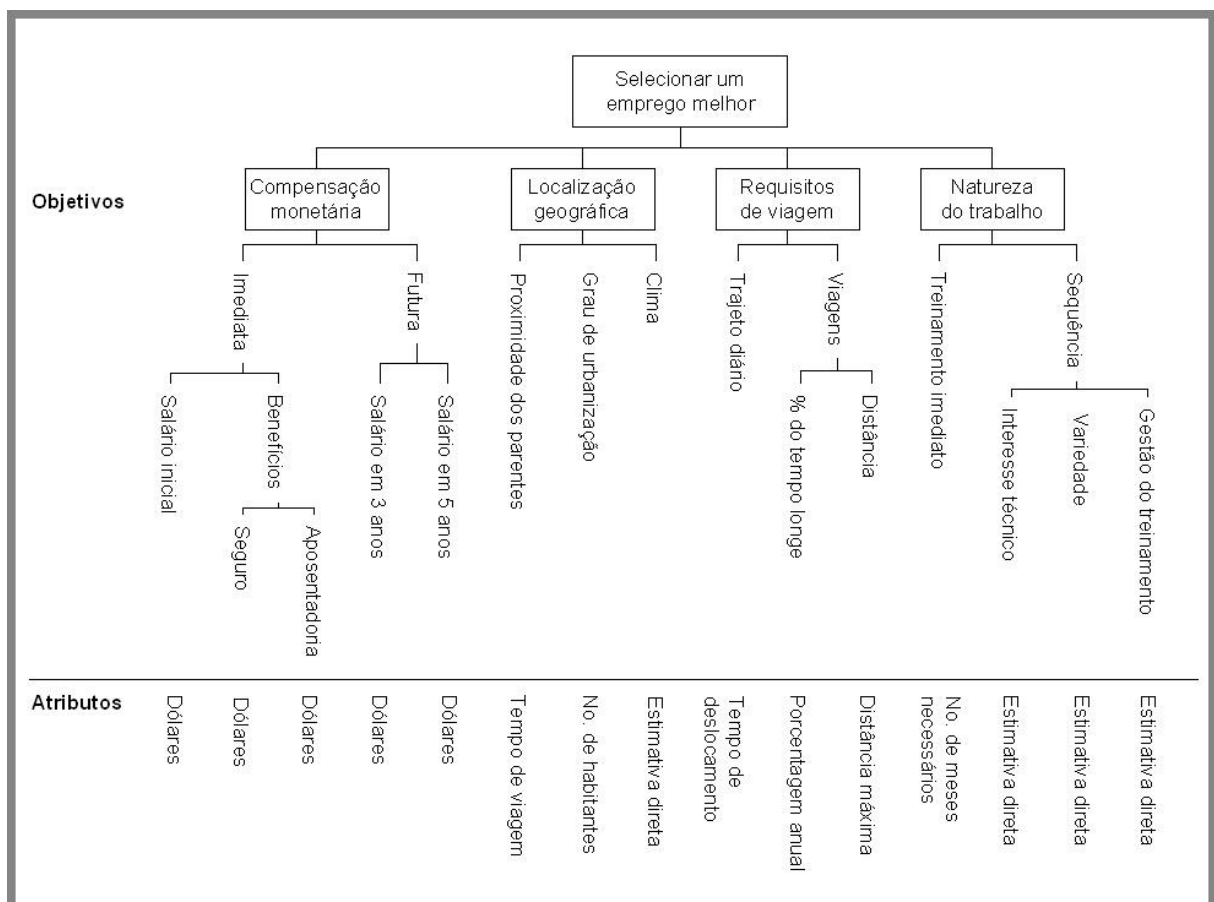


Figura 3.10 – Exemplo de árvore de valor (adaptado de KEENEY e RAIFFA, 1993, p. 424).

Keeney e Raiffa (1993) sugerem cinco critérios que podem ser usados para julgar a árvore de valor, objetivando sua correta construção: exaustividade, operacionalidade, decomposabilidade, ausência de redundância e tamanho mínimo. Com relação aos objetivos constituintes de uma árvore de valor, Keeney (1992) os classifica em 'objetivos fundamentais' e 'objetivos meio', seguindo uma lógica parecida com a existente na estrutura de cadeias de meios e fins. O mesmo autor esclarece seus respectivos significados e diferenças:

Um objetivo fundamental caracteriza um fundamental motivo de interesse na situação de decisão. Um objetivo meio é de interesse no âmbito da decisão por causa de suas implicações para o grau em que um outro objetivo (mais fundamental) pode ser alcançado. Simplificando, os objetivos meios são importantes porque são meios para a realização dos objetivos fundamentais. [...] Objetivos meio podem ser muito úteis para desenvolver modelos para analisar problemas de decisão e para criação de alternativas. No entanto, são os objetivos fundamentais que são essenciais para orientar todo o esforço em situações de decisão e na avaliação de alternativas (KEENEY, 1992, p. 34 e 35).

Além disso, Keeney (1992, p. 82) orienta para que os objetivos utilizados em um modelo formal tenham as seguintes características: sejam essenciais; controláveis; completos; mensuráveis; operacionais; possam ser decompostos; não redundantes; concisos e; compreensíveis.

A terceira e última tarefa da atividade em questão diz respeito a hierarquizar os requisitos do produto, já obtidos com os mapas mentais e organizados na árvore de valor. Esse objetivo pode ser alcançado com a determinação das 'taxas de substituição', conforme exposto na Figura 3.8. Para Keeney e Raiffa (1993, p. 83), o conceito de taxa de substituição é a recíproca negativa da inclinação da curva de indiferença. Em termos simples, trata-se da compensação que ocorre quando se atribuem valores percentuais a cada um dos objetivos da árvore de valor. Assim como exemplificado na árvore de valor da Figura 3.11, relacionada ao modelo para o

projeto fictício de um clipe de papel, a soma das taxas pertencentes aos objetivos relativos deve sempre ser igual a 100%.

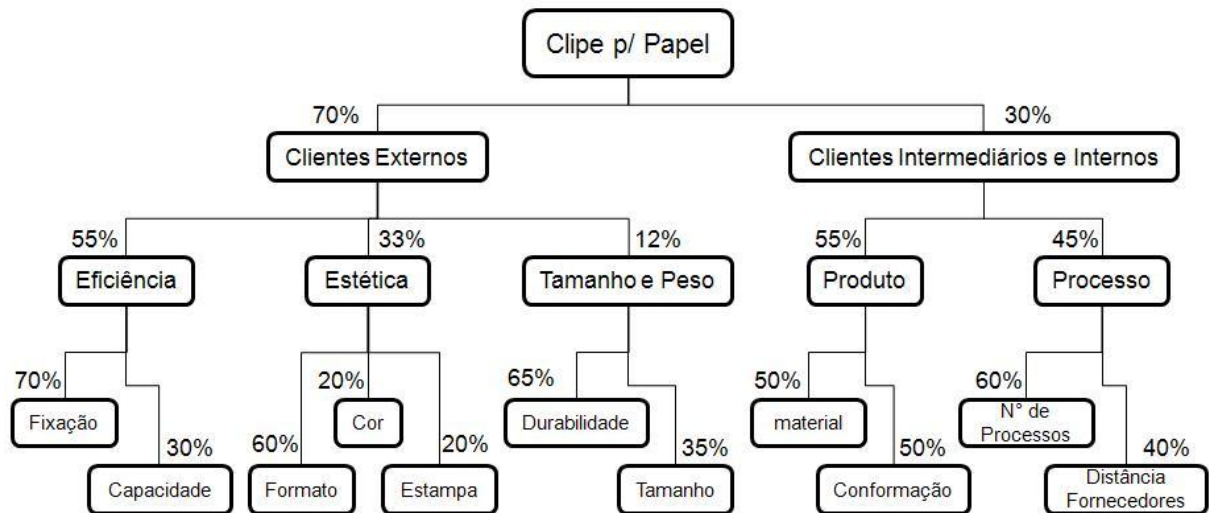


Figura 3.11 – Taxas de substituição.

As taxas de substituição podem ser aferidas diretamente. Contudo, para facilitar a distribuição de valores para três ou mais objetivos relativos, sugere-se a utilização de um procedimento sistematizado para essa etapa do projeto. Um desses procedimentos é o diagrama de Mudge, apresentado em exemplo na Figura 3.12, onde os objetivos meio para atingir uma melhor 'estética' para o clipe de papel são dimensionados. A vantagem em se utilizar o diagrama de Mudge reside no fato dele dispensar o uso de *softwares* comerciais.

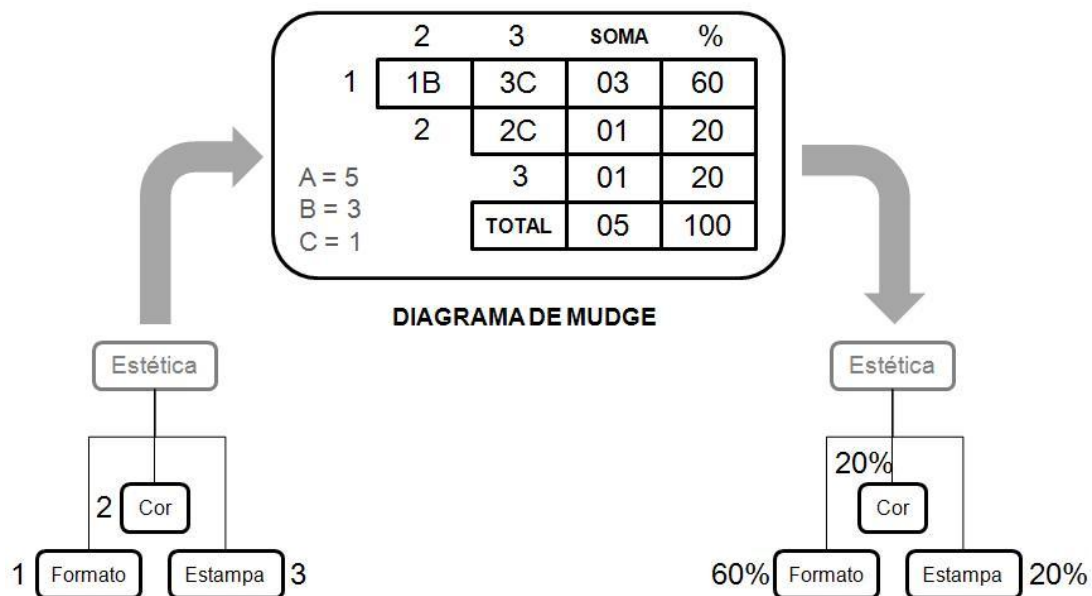


Figura 3.12 – Diagrama de Mudge.

Nesse diagrama a valoração é feita comparando-se os objetivos aos pares e obtendo-se um *ranking*, ou hierarquia, dos objetivos e o quanto cada um deles é mais ou menos importante para o cliente. Durante as comparações são feitas as seguintes perguntas: “Qual requisito é mais importante para o sucesso do produto? Quanto mais importante é esse requisito?” (ROZENFELD et al, 2006, p. 222). Especificamente na Figura 3.12, a combinação de número/letra nos campos centrais representa qual objetivo é predominante e a intensidade de importância. Por exemplo, onde aparece ‘1B’, logo no primeiro campo, quer dizer que o objetivo ‘1’ prevalece sobre o objetivo ‘2’ com uma intensidade ‘3’ (‘B’), conforme a legenda. Nas duas últimas colunas obtém-se o *ranking* dos objetivos, ou seja, seus respectivos graus de importância. O objetivo ‘1’ é o mais importante, com uma taxa de substituição de 60%, enquanto os objetivos ‘2’ e ‘3’ possuem o mesmo grau de importância para o decisor de compra, 20% cada, segundo a Figura 3.12.

### 3.2.3 Definir Especificações-meta do Produto

A terceira e última atividade a ser proposta para este modelo de abordagem multicritério está representada na Figura 3.13. Trata-se da atividade de ‘Definir especificações-meta do produto’. Destaca-se novamente que as principais informações de entrada para essa atividade são os ‘requisitos do produto’, obtidos na atividade anterior, ao passo que o resultado, ou entrega, é a lista de ‘especificações-meta do produto’.

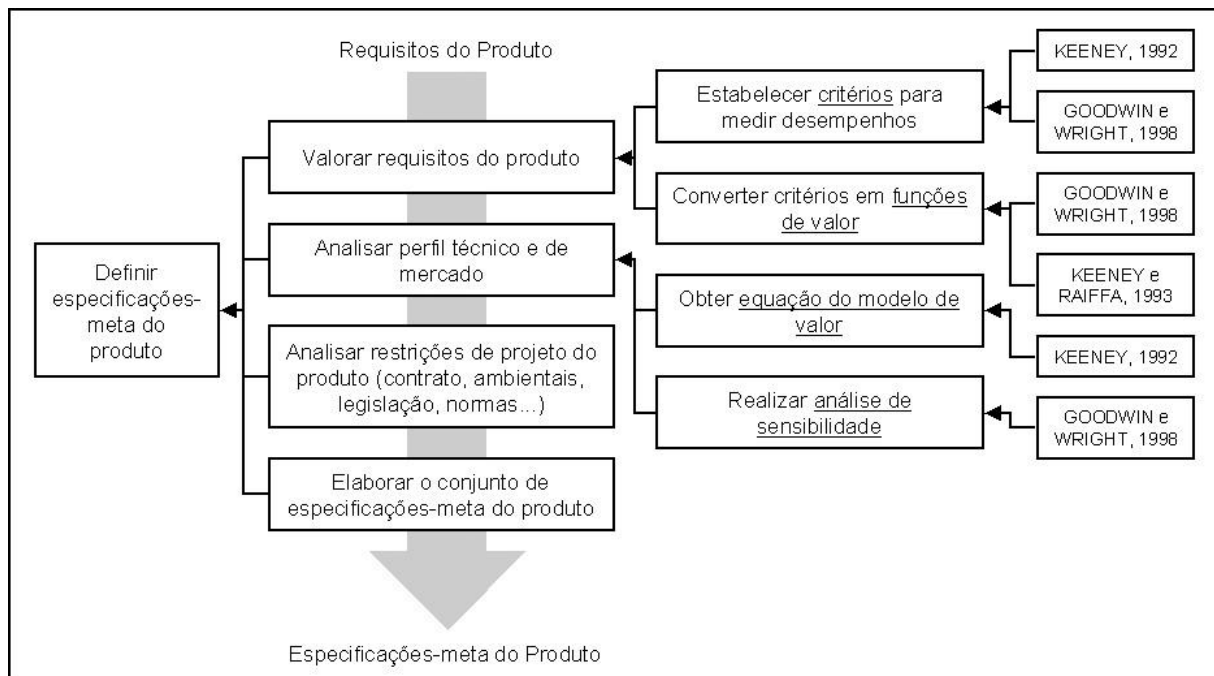


Figura 3.13 – Atividade de ‘Definir especificações-meta do produto’ com abordagem multicritério.

Depois de definida a completa estrutura, ou hierarquia de objetivos, na atividade anterior, bem como a determinação das taxas de substituição do modelo, a primeira tarefa da atividade de definir as especificações-meta é ‘valorar requisitos do produto’. Para esse fim, há dois objetivos como meios para efetuar-lá. A primeira envolve ‘estabelecer critérios para medir desempenhos’.

Voltando a atenção novamente à Figura 3.10, observa-se que, além dos objetivos, uma árvore de valor possui 'atributos' (KEENEY e RAIFFA, 1993; GOODWIN e WRIGHT, 1998), também chamados de 'critérios' (KEENEY, 1992), em seu nível inferior. Esses critérios são obtidos através da análise da cadeia de meios e fins, construídas na primeira tarefa da fase e, então, organizados na hierarquia de objetivos, ou árvores de valor.

Os critérios são estabelecidos para medir os desempenhos dos objetivos mais operacionais, os da extremidade do modelo. Conforme já explicado, o pensamento em busca da obtenção dos meios para se suprir as necessidades dos clientes, conduz a determinadas características que o produto deveria ter. Essas características, enfim, serão chamadas de 'critérios' neste trabalho. Como ilustração de uma situação desvinculada do projeto de produtos, um dos critérios utilizado na Figura 3.10 para medir a compensação monetária do decisor na escolha do melhor emprego, foi o 'salário inicial', com seu desempenho medido em dólares. Keeney (1992) esclarece a importância do estabelecimento de critérios para medir os desempenhos:

Medir a realização dos objetivos fundamentais e desenvolver um modelo de valor usando estes objetivos pode melhorar o processo e os benefícios do pensamento focado no valor. Além disso, quando os objetivos meio são identificados, a medição de sua realização pode fornecer importantes informações úteis. Especificamente, a medição dos objetivos esclarece o seu significado, e isso pode levar à criação de alternativas desejáveis - talvez até mesmo uma óbvia "solução" para um problema. Deverá também melhorar a comunicação. Além disso, quando um modelo explícito das possíveis consequências é construído para apoiar a análise de alternativas de decisões, a medição dos objetivos meio é necessária (KEENEY, 1992, p. 99).

Com o objetivo de aprimorar a compreensão a respeito do que é um 'critério', como definido neste trabalho, imagina-se novamente que um determinado consumidor deseje adquirir um clipe para papel. Uma de suas necessidades é que o

clipe possa segurar várias folhas ao mesmo tempo. O requisito do produto estaria relacionado à capacidade do clipe, ao passo que o critério utilizado para medir esse desempenho seria o número máximo de folhas de papel que podem ser fixadas com um único clipe. As preferências do cliente, para esse exemplo, estão organizadas no critério apresentado na Figura 3.14.

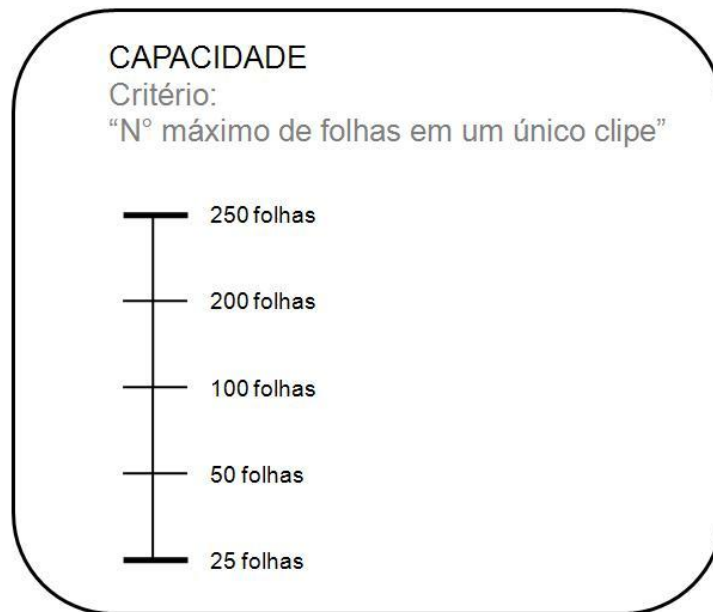


Figura 3.14 – Construção de um critério, ou atributo

Na figura apresentada, todos os níveis de desempenho são aceitáveis para o cliente, embora os mais elevados na representação gráfica sejam os preferíveis. O importante é que a atribuição de critérios para medir os objetivos sempre requer juízos de valor (KEENEY, 1992, p. 100). Em consequência, esses juízos de valor podem conduzir a importantes 'insights' e, muitas vezes, alternativas para solucionar partes importantes de um problema de decisão. Isso é especialmente válido em problemas de projeto de produtos, quando os projetistas se vêem diante de múltiplas opções de escolha e as dúvidas quanto a implementação de determinadas especificações são freqüentes.

Depois de definida a totalidade dos critérios do modelo, observa-se na Figura 3.13 que o segundo procedimento para a realização da tarefa de valorar os requisitos do produto é converter os critérios obtidos em ‘funções de valor’ (KEENEY e RAIFFA, 1993; GOODWIN e WRIGHT, 1998). Portanto, uma vez determinados os critérios do modelo, o próximo passo é assim descrito:

O decisor deverá, em seguida, codificar suas preferências para estas conseqüências, em termos de números cardinais de utilidade. Esta medida não só reflete os rankings ordinais do decisor para diferentes conseqüências, como indica igualmente suas preferências relativas para escolha sobre estas conseqüências (KEENEY e RAIFFA, 1993, p. 6).

Ou seja, no procedimento anterior a equipe de desenvolvimento, em conjunto com o grupo de foco, determinou a ordem em que as opções, ou ações potenciais, de determinado critério, são preferíveis. Contudo, não se sabe ainda o *quanto* cada opção é desejada, em comparação com as outras. Em outras palavras, não se sabe o grau de importância que a implementação de alguma opção de escolha oferece ao modelo e ao projeto do produto. É exatamente esse o conceito de função de valor. Em termos matemáticos, “uma função ‘v’, quando associada a um número real ‘v(x)’ para cada ponto ‘x’ em um espaço de avaliação, diz-se ser uma ‘função de valor’”, representando, assim, a estrutura de preferência do decisor (KEENEY e RAIFFA, 1993, p. 80).

Para facilitar o entendimento, a Figura 3.15 ilustra a conversão do critério já exposto na Figura 3.14 para uma função de valor.



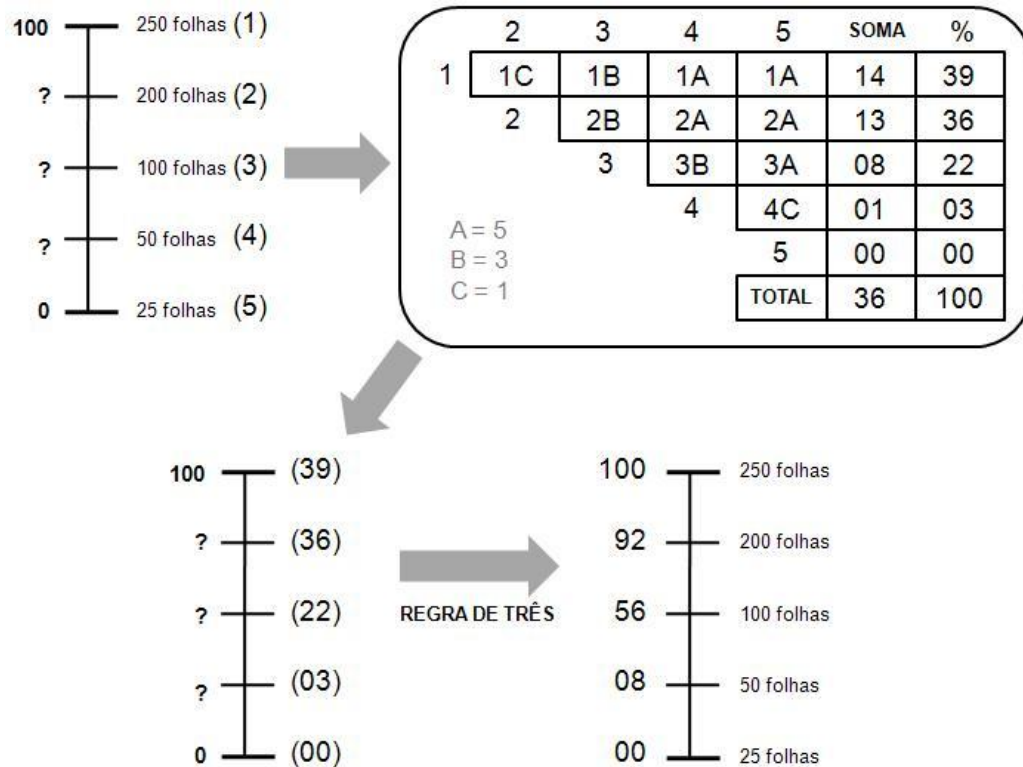


Figura 3.15 – Conversão de um critério para uma função de valor.

Nota-se na figura que ao nível mais elevado do critério atribui-se o algarismo '100', enquanto que ao nível mais inferior atribui-se o algarismo '0'. Esse procedimento se tornará uma convenção para este trabalho, em virtude de simplificar os cálculos, seguindo o modelo de Goodwin e Wright (1998). Outro detalhe, deixado claro na Figura 3.15 é que, para obter os níveis intermediários a '0' e '100', propõe-se novamente a utilização do Diagrama de Mudge. Assim, para finalizar o procedimento de conversão, a aplicação de uma simples 'regra de três' sobre os valores obtidos no diagrama irá gerar a relativa escala desejada.

Depois de todas as funções de valor do modelo terem sido obtidas, juntando-as aos valores das taxas de substituição é possível obter o 'modelo de valor' do projeto (KEENEY, 1992), expresso em uma equação matemática. Para este trabalho, o resultado da equação será chamado de Índice de Atendimento dos Requisitos (IAR), que indicará o quanto uma determinada solução de projeto ou um

produto concorrente corresponde satisfatoriamente aos requisitos de projeto e, conseqüentemente, às necessidades dos clientes. Esse modelo permitirá, por fim, realizar a próxima tarefa da atividade em questão, descrita na Figura 3.13, de ‘analisar o perfil técnico e de mercado’ do produto em desenvolvimento. O modelo de valor do caso do clipe para papel, bem como a equação que o explica, é apresentado como exemplo na Figura 3.16.

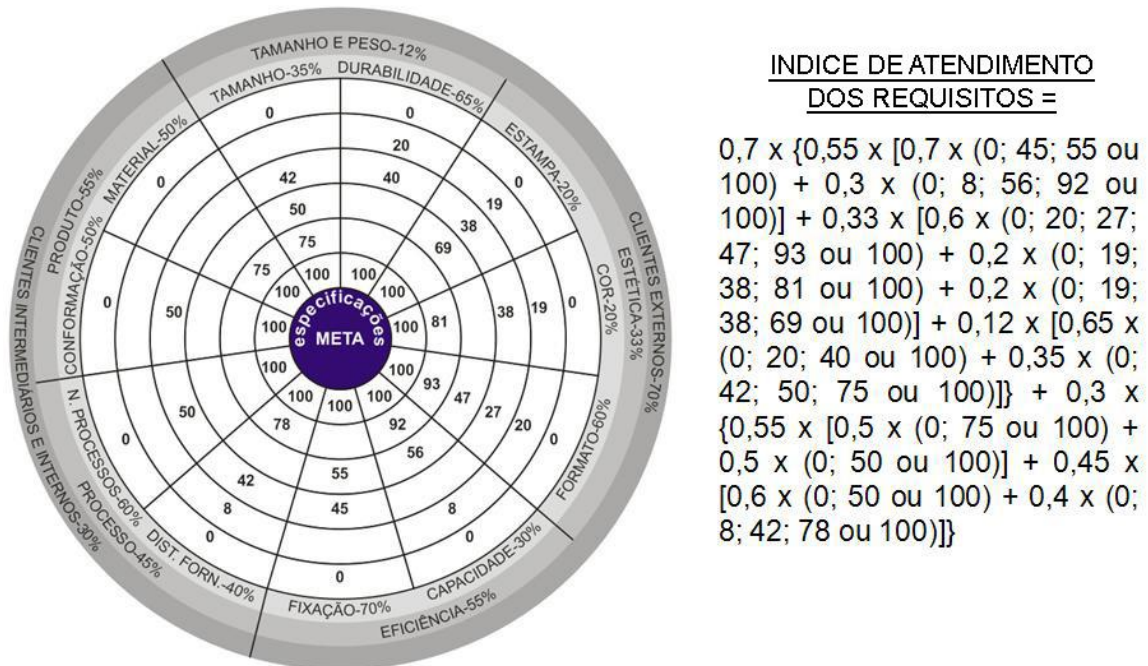


Figura 3.16 – Equação do modelo de valor.

Na representação gráfica sugere-se o interesse, tanto da parte dos usuários quanto da empresa produtora, de implementar os níveis mais ao centro do alvo. A meta é atingir as especificações mais desejadas pelos clientes externos, intermediários e internos. Um modelo assim, representando o mais próximo possível o ponto de vista dos clientes para o produto em desenvolvimento, servirá de grande auxílio para análises relativas a produtos concorrentes, por exemplo, indicando quais são os desempenhos atuais no mercado, ou *status quo* (KEENEY, 1992; GOODWIN e WRIGHT, 1998).

Ao prosseguir com a análise do perfil técnico e de mercado, chega-se ao último método de apoio para o modelo multicritério desenvolvido. Sugere-se agora a realização da ‘análise de sensibilidade’ do modelo. Para Goodwin e Wright (1998, p. 35) “a análise de sensibilidade é utilizada para examinar o quão robusta é a escolha de uma alternativa nas mudanças dos valores utilizados na análise”. Essa análise pode, inclusive, ser representada graficamente, o que facilita muito a visualização do equilíbrio matemático, ou ‘*tradeoffs*’ (KEENEY, 1992), existente no modelo de valor desenvolvido. Uma ilustração de análise de sensibilidade é apresentada na Figura 3.17.

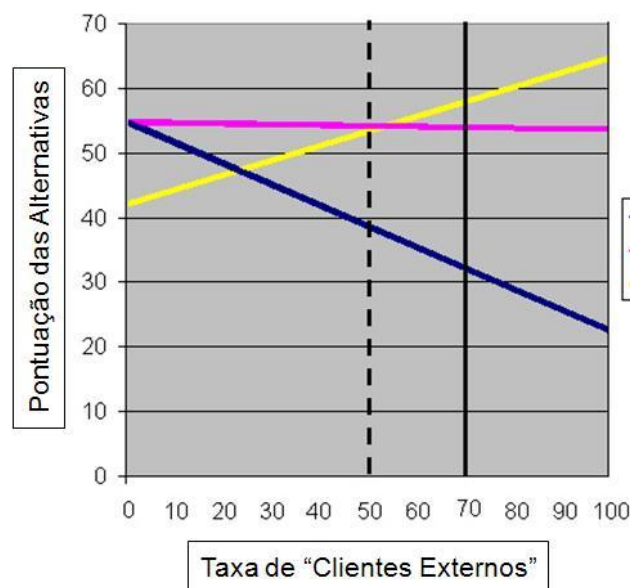


Figura 3.17 – Análise de sensibilidade.

No exemplo, três diferentes tipos de clips para papel vendidos no mercado foram comparados, com base nos desempenhos de cada um para o modelo de valor já apresentado na Figura 3.16. A análise de sensibilidade está agora sendo realizada com foco na taxa de substituição do objetivo ‘clientes externos’, que atualmente é de 70%, indicada no gráfico com uma linha contínua, vertical. Percebe-se que, para esses valores, o ‘clipe 3’ é o que demonstra o melhor desempenho

geral. Contudo, se a taxa de substituição do objetivo em questão for diminuída para 50% de importância, ou menos, é o 'clipe 2' que passa a ter o melhor desempenho, conforme representado por uma linha tracejada, vertical.

Finalmente, com base nessas análises o modelo é refinado e, juntamente com a tarefa seguinte, de 'analisar restrições de projeto do produto (contrato, ambientais, legislação, normas...)', apresentada na Figura 3.13, é possível reunir todo o conhecimento construído até esse momento do projeto e elaborar o conjunto de especificações-meta do produto, o principal objetivo da fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos.

### **3.3 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou a proposta de um modelo de referência multicritério para a fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Ressaltou-se que, embora o modelo tenha sido desenvolvido nos moldes do Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld et al (2006), não houve a intenção de descaracterizar tal modelo de referência, no sentido de eliminar, acrescentar ou substituir atividades da fase de Projeto Informacional. A contribuição da abordagem multicritério se deu em um nível mais operacional, naquele relativo aos métodos, ferramentas e documentos de apoio utilizados para o cumprimento de cada atividade. Além disso, apenas as atividades críticas de decisão, ou seja, 'Identificar os requisitos dos clientes do produto', 'Definir requisitos de projeto do produto' e 'Definir especificações-meta do produto', tiveram a necessidade de sofrer adaptações para a inclusão de metodologias relacionadas ao processo decisório.

Para a atividade de 'Identificar os requisitos dos clientes do produto', a principal contribuição do modelo desenvolvido para a prática de projeto foi a de prescrever a obtenção das necessidades dos clientes com ênfase em seus valores, mediante a consulta constante com um grupo de foco pré-selecionado. Desse modo, com a aplicação de questionários e entrevistas em um cenário com diversos decisores de compra, é possível ampliar as chances de as preferências do público-alvo estarem melhor representadas, além de facilitar a compreensão a respeito de necessidades específicas dos clientes por parte da equipe de desenvolvimento.

Com respeito à atividade de 'Definir requisitos de projeto do produto', uma das principais contribuições foi a utilização do método das cadeias de meios e fins, que facilita em muito a obtenção dos diversos atributos e requisitos do produto a partir dos requisitos dos clientes. Compreendeu-se que os requisitos do produto correspondem aos meios, enquanto os requisitos do cliente correlatos, o fim a ser atingido. Outra proposta da abordagem multicritério para essa atividade foi a estruturação do modelo através da construção de 'árvores de valor' em 'hierarquia de objetivos', que resulta em uma compreensão mais profunda e mais precisa a respeito do que deve ser de preocupação no contexto da decisão. Por fim, a atividade ainda contou com a determinação das 'taxas de substituição', ou a atribuição de valores percentuais a cada um dos objetivos da árvore de valor, a fim de hierarquizar os requisitos do produto obtidos (KEENEY, 1992; KEENEY e RAIFFA, 1993; GOODWIN e WRIGHT, 1998).

A implementação da atividade de 'Definir especificações-meta do produto', inicialmente quanto a valorar os requisitos do produto, obtidos na atividade anterior, ocorreu com a construção dos 'critérios'. Esses elementos foram estabelecidos para medir os desempenhos dos objetivos mais operacionais, os da extremidade do

modelo, conduzindo a determinadas características, ou especificações, que o produto deverá ter. Em seguida, os 'critérios' foram convertidos em 'funções de valor', para se saber o grau de importância que a escolha de alguma opção oferece ao modelo e ao projeto do produto. Finalmente, através desses procedimentos obtêm-se o 'modelo de valor' do projeto, expresso em uma equação matemática. Esse modelo, juntamente com a análise de sua sensibilidade, servirá de grande auxílio para análises relativas a produtos concorrentes e elaboração do conjunto de especificações-meta do produto (KEENEY, 1992; KEENEY e RAIFFA, 1993; GOODWIN e WRIGHT, 1998).

Com a obtenção e descrição detalhada do modelo conclui-se que há a necessidade de aplicá-lo em uma situação real de projeto. Apesar de os procedimentos propostos terem sido abordados de maneira organizada e seqüencial, é importante a verificação de sua viabilidade teórica e prática. As melhorias e os valores que a aplicação prática do modelo multicritério agrega ao Processo de Desenvolvimento de Produtos serão discutidos no capítulo seguinte, mediante um estudo de caso referente a um projeto de produto comercial, cujo desenvolvimento teve a participação do autor deste trabalho.

## **CAPÍTULO 4**

---

### **4 APLICAÇÃO DO MODELO: CASO DO EMISSOR DE SENHAS**

#### **4.1 Introdução**

Este capítulo objetiva descrever os procedimentos adotados para a realização da fase de Projeto Informacional em situação real de projeto de um produto comercial. Através desse estudo de caso, o modelo multicritério desenvolvido no capítulo anterior é aplicado, ao passo que as principais atividades do desenvolvimento são apresentadas com o intuito de verificar a viabilidade teórica e prática da proposta. Ao final do capítulo, é possível discutir os benefícios e/ou as vantagens que a abordagem multicritério e o foco no processo de tomadas de decisão oferecem para as primeiras etapas de projeto de produtos, especificamente a fase de Projeto Informacional.

#### **4.2 Descrição das Atividades Realizadas**

##### **4.2.1 Revisar e Atualizar o Escopo do Produto**

O estudo de caso é iniciado com a análise do problema de projeto. O produto que servirá de exemplo para a aplicação do modelo multicritério foi denominado de DASIII (Dispositivo Automático de Senhas III), atualmente já comercializado pela Specto Painéis Eletrônicos Ltda, empresa de tecnologia com sede na cidade de

Florianópolis, estado de Santa Catarina. Desde 2001 a Specto é a primeira empresa da América Latina a alcançar a certificação ISO 9001:2000, dentro do seguinte escopo: “Desenvolvimento e Fabricação de Painéis eletrônicos Programáveis, Sistemas de Gerenciamento de Filas (Senhas) de Atendimento ao Público, incluindo Software, Hardware e sua integração”.

O projeto do DASIII teve suas principais fases de desenvolvimento realizadas em julho e agosto de 2008, momento em que o autor deste trabalho pôde registrar e tabular as informações e o conhecimento construído ao longo do projeto. Para esse fim, foi incorporado à equipe de desenvolvimento da Paradesign Desenhos Ltda, escritório de design também com sede na cidade de Florianópolis, a qual possui a Specto como um de seus clientes e parceiros (STEPHAN, 2008).

Os profissionais envolvidos no projeto do DASIII foram os designers Célio Teodorico dos Santos (também diretor da Paradesign), Ricardo Antônio Álvares Silva e Elton Moura Nickel, autor desta dissertação. A Figura 4.1 apresenta outros produtos da linha de emissores de senha da Specto, cujos designs também foram desenvolvidos pela Paradesign nos últimos anos.



Figura 4.1 – Exemplos de produtos desenvolvidos pela Paradesign para a Specto.



O projeto do DASIII se iniciou após a empresa Specto ter vencido um pregão eletrônico de um determinado banco do país. Possuindo um prazo exíguo para a entrega do primeiro lote de emissores de senha, a empresa necessitava desenvolver o projeto levando-se em conta os aspectos funcionais, estéticos e simbólicos desejados tanto pelo banco quanto pela própria Specto, em virtude do interesse de também adicionar o DASIII ao portfólio de produtos da empresa. Outras necessidades explícitas para o projeto eram a máxima redução de custos e a meta de aproveitar a própria cadeia de fornecedores da Paradesign.

#### 4.2.2 Detalhar Ciclo de Vida do Produto e Definir Seus Clientes

Em páginas anteriores explicou-se que a atividade de definição dos clientes de um projeto é realizada com o auxílio do mapeamento do ciclo de vida do produto, ou seja, a descrição dos estágios pelos quais o produto passa em toda a sua existência. Com esse objetivo, os futuros clientes do DASIII foram mapeados com o auxílio da espiral do ciclo de vida, já apresentada no capítulo 2 deste trabalho. De modo que os clientes definidos para o estudo de caso, a partir dos estágios do ciclo de vida, foram os seguintes:

- Clientes Internos:

*PROJETO: Equipe de desenvolvimento / Investidores;*

*FABRICAÇÃO: Fornecedores de matéria-prima e SSC's;*

*MONTAGEM E EMBALAGEM: Funcionários da Specto;*

*ARMAZENAGEM: Specto / Centros de distribuição;*

*TRANSPORTE: Transportadoras / Portos;*

- Cientes Intermediários:

*VENDA: Representantes / Distribuidores / Specto;*

*COMPRA: Bancos / Outros estabelecimentos;*

- Cientes Externos:

*USO: Funcionários de banco / Clientes de banco;*

*FUNÇÃO: Funcionários de Banco / Seguranças / Banco;*

*MANUTENÇÃO: Assistência técnica / Funcionários de banco;*

*DESATIVAÇÃO/RECICLAGEM: Postos de coleta / Recicladoras;*

*DESCARTE: Indústrias de reciclagem / Coletores de lixo.*

A definição dos clientes do DASIII foi fundamental para auxiliar em direcionar o projeto para o atendimento das necessidades dos clientes internos, intermediários ou externos. Com esse objetivo, foram identificados inicialmente os requisitos desses clientes, conforme a atividade descrita a seguir.

#### 4.2.3 Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto

Com o intuito de coletar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida apresentada na atividade anterior, obtiveram-se os valores dos clientes diretamente com os mesmos. Basicamente, dois grupos de foco foram considerados: 1) representantes da empresa Specto, ao levarem em consideração as necessidades dos clientes intermediários e internos e; 2) representantes do banco adquirente, ao levarem em consideração as necessidades dos clientes externos. De

ambos os grupos foi possível captar os aspectos considerados mais importantes para o projeto do emissor de senhas. Os valores, ou necessidades, de cada um dos grupos foram os seguintes:

- Clientes Externos:

- 1) *Enxergar facilmente onde retirar a senha;*
- 2) *Ser confortável para retirar a senha;*
- 3) *Fácil leitura das opções de atendimento;*
- 4) *A impressora deve estar oculta no produto;*
- 5) *O produto deve ter 8 opções de atendimento;*
- 6) *Deve-se usar a melhor alternativa para acionamento;*
- 7) *O pedestal deverá ter a possibilidade de fixação no chão;*
- 8) *Facilidade de manutenção;*
- 9) *Fácil reciclagem do produto;*
- 10) *O produto deve ser resistente a desgaste;*
- 11) *O produto não pode ocupar muito espaço no banco;*
- 12) *O produto deve usar as cores do banco;*
- 13) *Evitar visualização de periféricos;*
- 14) *Evitar abertura indevida do produto.*

- Clientes Intermediários e Internos:

- 1) *Baixo custo de fabricação;*
- 2) *Deve-se usar a melhor opção de impressora;*
- 3) *O produto deve ser o mais leve possível;*
- 4) *É bom que seja fácil de montar e desmontar;*

- 5) *A estrutura do produto deverá ser simples;*
- 6) *Mínimo possível de peças;*
- 7) *O transporte do conjunto deve ser fácil;*
- 8) *O armazenamento deve ser facilitado;*
- 9) *A matéria-prima deve ser boa e barata;*
- 10) *Que o produto tenha a aparência de ‘moderno’.*

Após esse número suficiente de necessidades ter sido coletado, passou-se a agrupá-las e classificá-las, distribuindo-as em Elementos Primários de Especificação. Para as necessidades dos clientes externos, obtiveram-se quatro Elementos Primários de Especificação: ‘Ergonomia’, ‘Normas’, ‘Desempenho’, e ‘Meio Ambiente’. Para as necessidades dos clientes intermediários e internos, obtiveram-se dois Elementos Primários de Especificação: ‘Armazenamento e Transporte’ e ‘Eficiência’. Na seqüência, definiram-se os requisitos dos clientes ao converter as necessidades em verbos formadores de requisitos ou funções. Ambos os procedimentos são apresentados a seguir:

- Cientes Externos:

#### ERGONOMIA:

- 1) *Enxergar facilmente onde retirar a senha → “Ter fácil visualização da senha”*
- 2) *Ser confortável para retirar a senha → “Ser confortável para retirar a senha”*
- 3) *Fácil leitura das opções de atendimento → “Ser de fácil leitura”*

#### NORMAS:

- 4) *A impressora deve estar oculta no produto → “Ocultar Impressora”*
- 5) *O produto deve ter 8 opções de atendimento → “Ter 8 opções de atendimento”*
- 7) *O pedestal deverá ter a possibilidade de fixação no chão → “Ser possível de fixar no solo”*
- 11) *O produto não pode ocupar muito espaço no banco → “Ocupar pouco espaço”*
- 12) *O produto deve usar as cores do banco → “Ter as cores do banco”*

#### DESEMPENHO:

- 6) *Deve-se usar a melhor alternativa para acionamento → “Ter o melhor tipo de acionamento”*
- 13) *Evitar visualização de periféricos → “Ocultar periféricos”*
- 14) *Evitar abertura indevida do produto → “Ter abertura indevida dificultada”*

#### MEIO AMBIENTE:

- 8) *Facilidade de manutenção → “Ser de fácil manutenção”*
- 9) *Fácil reciclagem do produto → “Ser fácil de reciclar”*
- 10) *O produto deve ser resistente a desgaste → “Ser resistente”*

- Clientes Intermediários e Internos:

#### ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE:

- 3) *O produto deve ser o mais leve possível → “Ser leve”*

4) *É bom que seja fácil de montar e desmontar* → “Ser fácil de montar e desmontar”

5) *A estrutura do produto deverá ser simples* → “Ter estrutura física simples”

7) *O transporte do conjunto deve ser fácil* → “Ser fácil de transportar”

8) *O armazenamento deve ser facilitado* → “Ser fácil de armazenar”

#### EFICIÊNCIA:

1) *Baixo custo de fabricação* → “Ter baixo custo”

2) *Deve-se usar a melhor opção de impressora* → “Ter a melhor impressora”

6) *Mínimo possível de peças* → “Ter o mínimo de componentes”

9) *A matéria-prima deve ser boa e barata* → “Ter matéria-prima adequada”

10) *Que o produto tenha a aparência de ‘moderno’* → “Ter aparência desejável”

Com a obtenção dos requisitos dos clientes, principal entrega da atividade de Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto, pôde-se definir os requisitos do produto, conforme atividade descrita a seguir.

#### 4.2.4 Definir Requisitos do Produto

Com o objetivo de converter os requisitos dos clientes em expressões mensuráveis, com foco na abordagem multicritério, foram utilizados os mapas mentais, em cadeias de meios e fins. Para cada um dos Elementos Primários de Especificação e seus respectivos requisitos dos clientes obteve-se um mapa mental.

Através desse procedimento, gerou-se 28 requisitos do produto a partir de 24 requisitos dos clientes, conforme observado em cada um dos mapas mentais apresentados a seguir. Além disso, com os demais elementos que compõem os mapas mentais, foi possível compreender melhor o que os clientes queriam dizer com as necessidades manifestadas na pesquisa, bem como seus objetivos principais com o produto.

Por exemplo, ao contemplar os requisitos dos clientes externos, no mapa mental de 'Ergonomia' obteve-se 6 requisitos do produto a partir de 3 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.2.

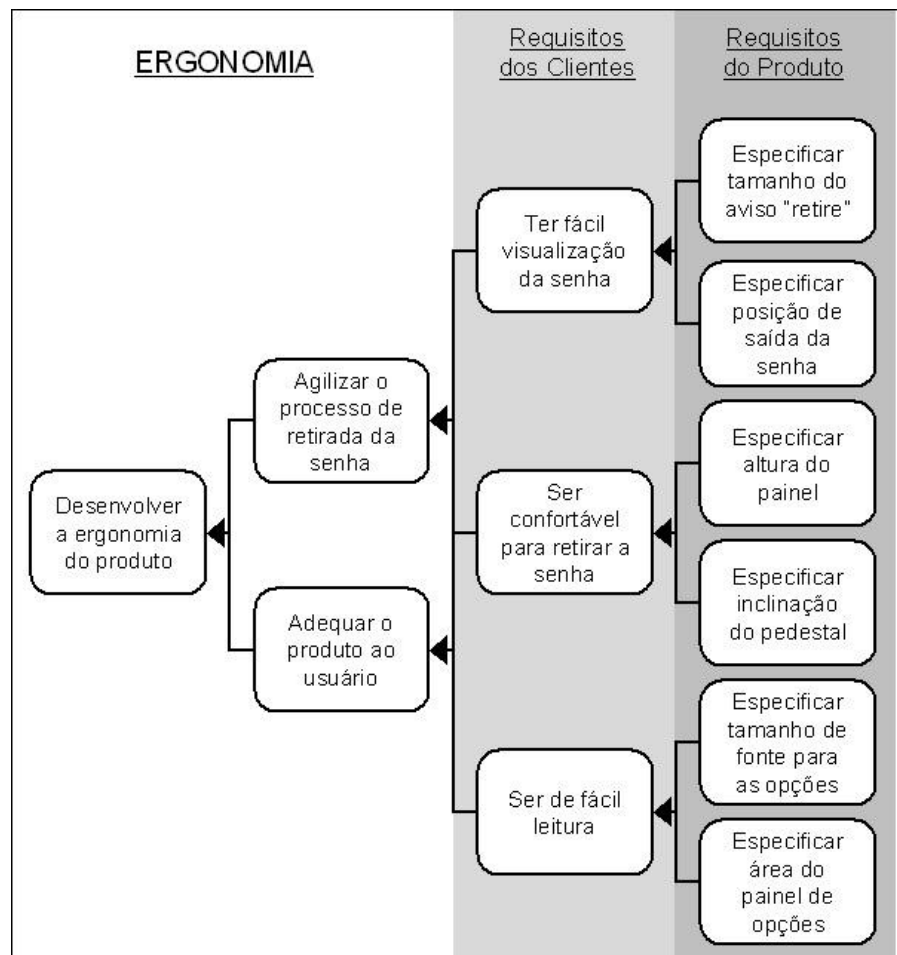


Figura 4.2 – Mapa mental de 'Ergonomia'.

Para o mapa mental de 'Normas' obteve-se 5 requisitos do produto a partir de 5 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.3.

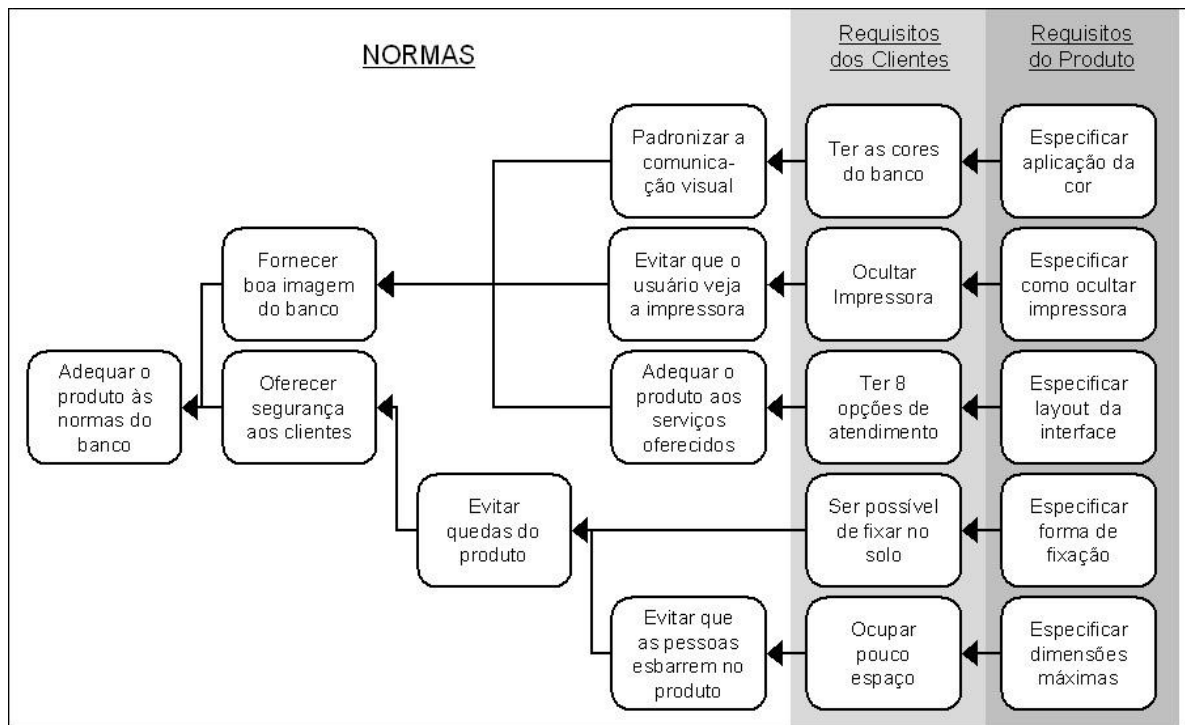


Figura 4.3 – Mapa mental de 'Normas'.

Para o mapa mental de 'Desempenho' obteve-se 4 requisitos do produto a partir de 3 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.4.

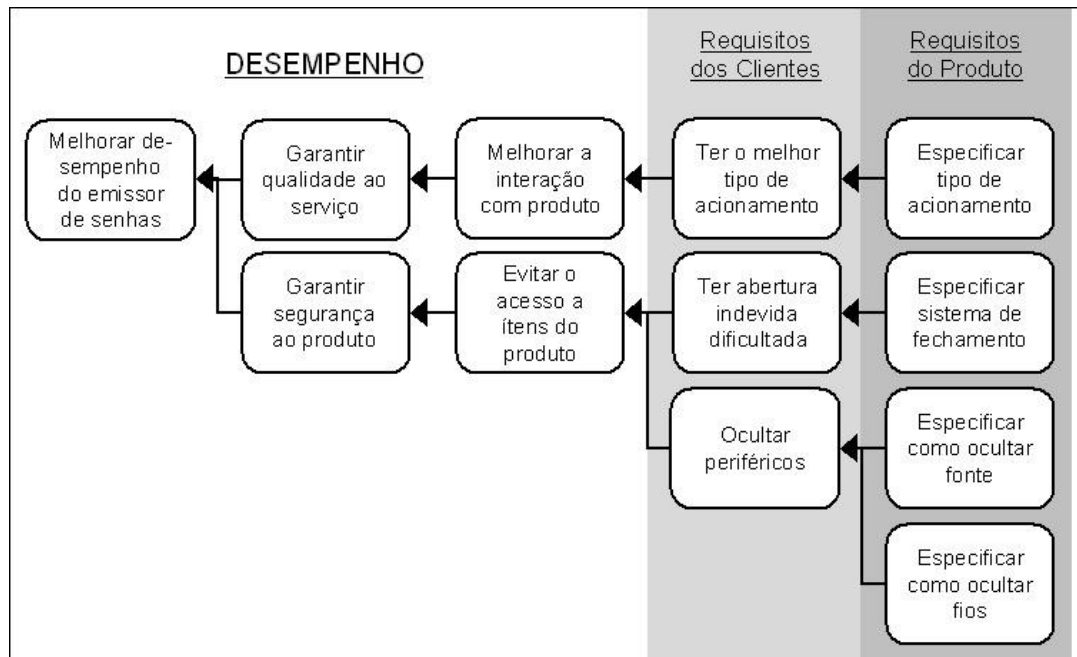


Figura 4.4 – Mapa mental de 'Desempenho'.



Para o mapa mental de 'Meio Ambiente' obteve-se 4 requisitos do produto a partir de 3 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.5.

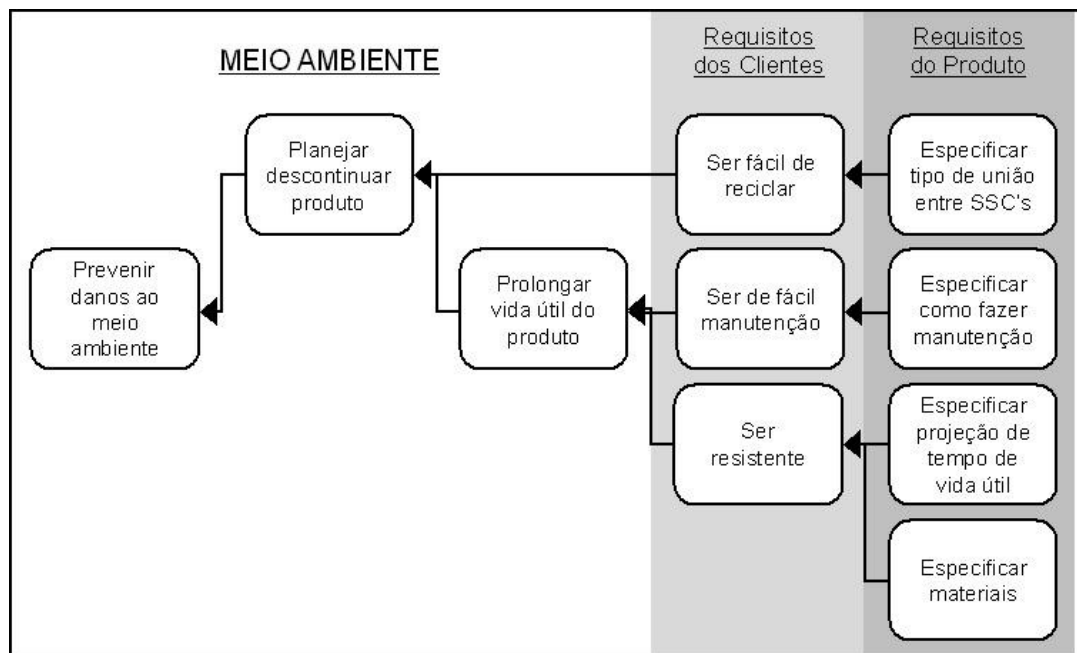


Figura 4.5 – Mapa mental de 'Meio Ambiente'.

Ao considerar agora os requisitos dos clientes intermediários e internos, para o mapa mental de 'Armazenamento e Transporte' obteve-se 4 requisitos do produto a partir de 5 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.6.

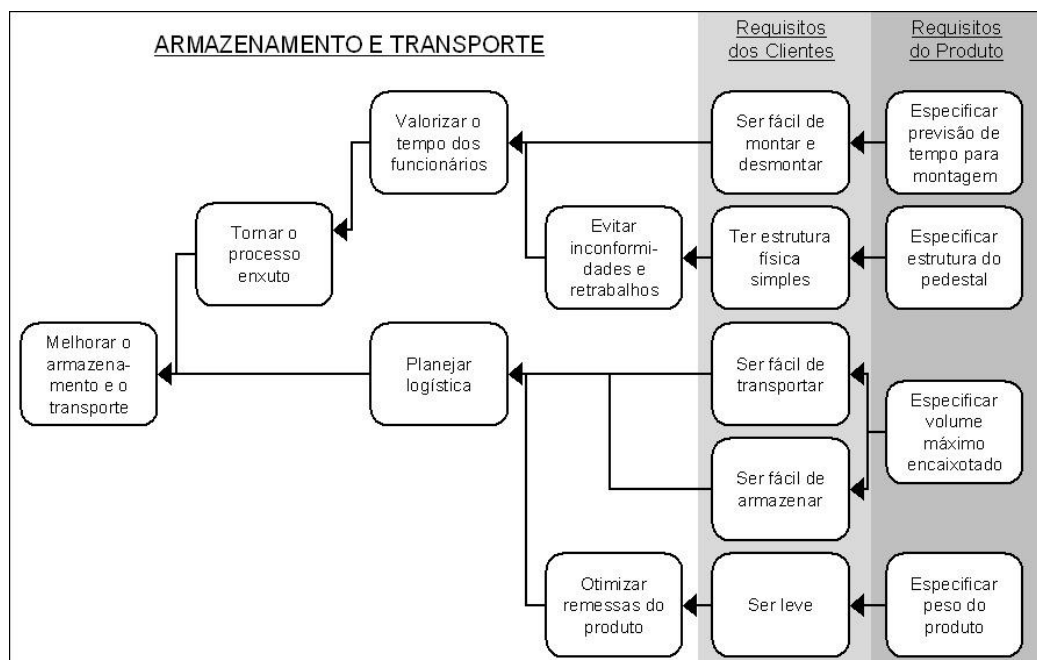


Figura 4.6 – Mapa mental de 'Armazenamento e Transporte'.

Por fim, para o mapa mental de 'Eficiência' obteve-se 5 requisitos do produto a partir de 5 requisitos dos clientes, conforme a Figura 4.7.

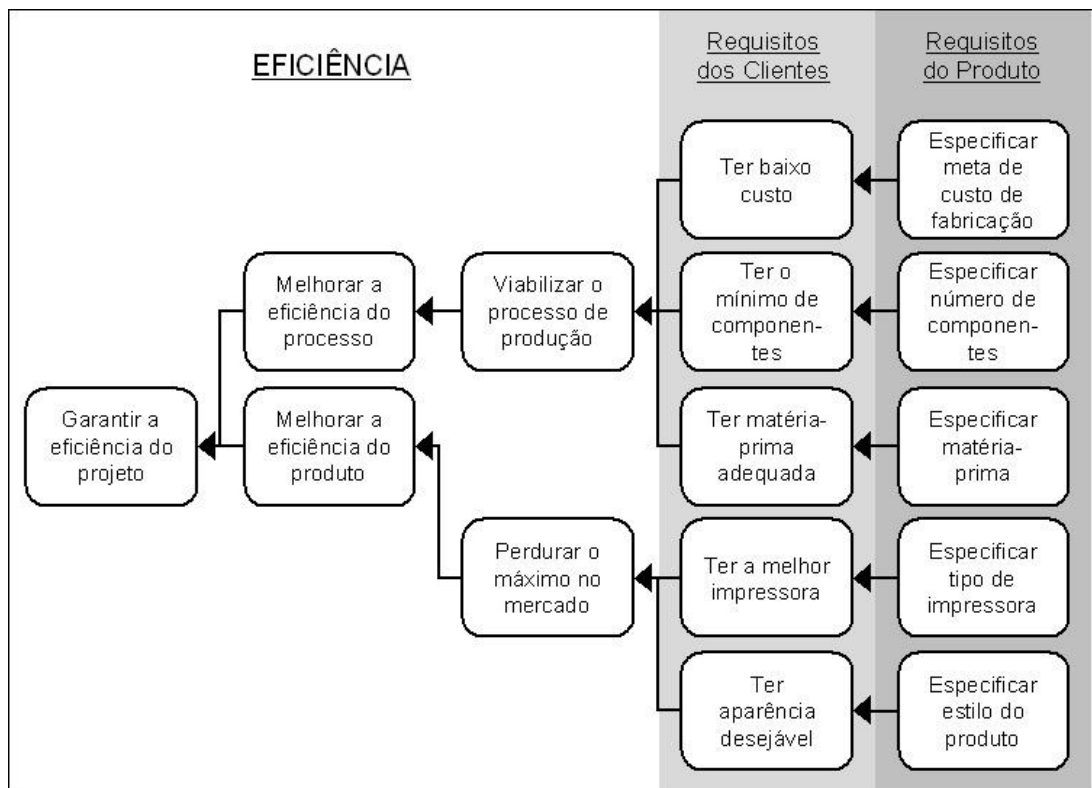


Figura 4.7 – Mapa mental de 'Eficiência'.

Depois de obtidos, os requisitos do produto, juntamente com seus respectivos Elementos Primários de Especificação, foram analisados e classificados com o auxílio da construção de árvores de valor. Para determinar a hierarquia dos objetivos existentes nessa estrutura, obtiveram-se as taxas de substituição, ou seja, o valor relativo que o cliente atribui a cada um dos objetivos da cadeia. A árvore de valor do projeto do DASIII e as respectivas taxas de substituição do modelo, construídas pela Paradesign em conjunto com os grupos de foco do projeto, encontram-se na Figura 4.8.

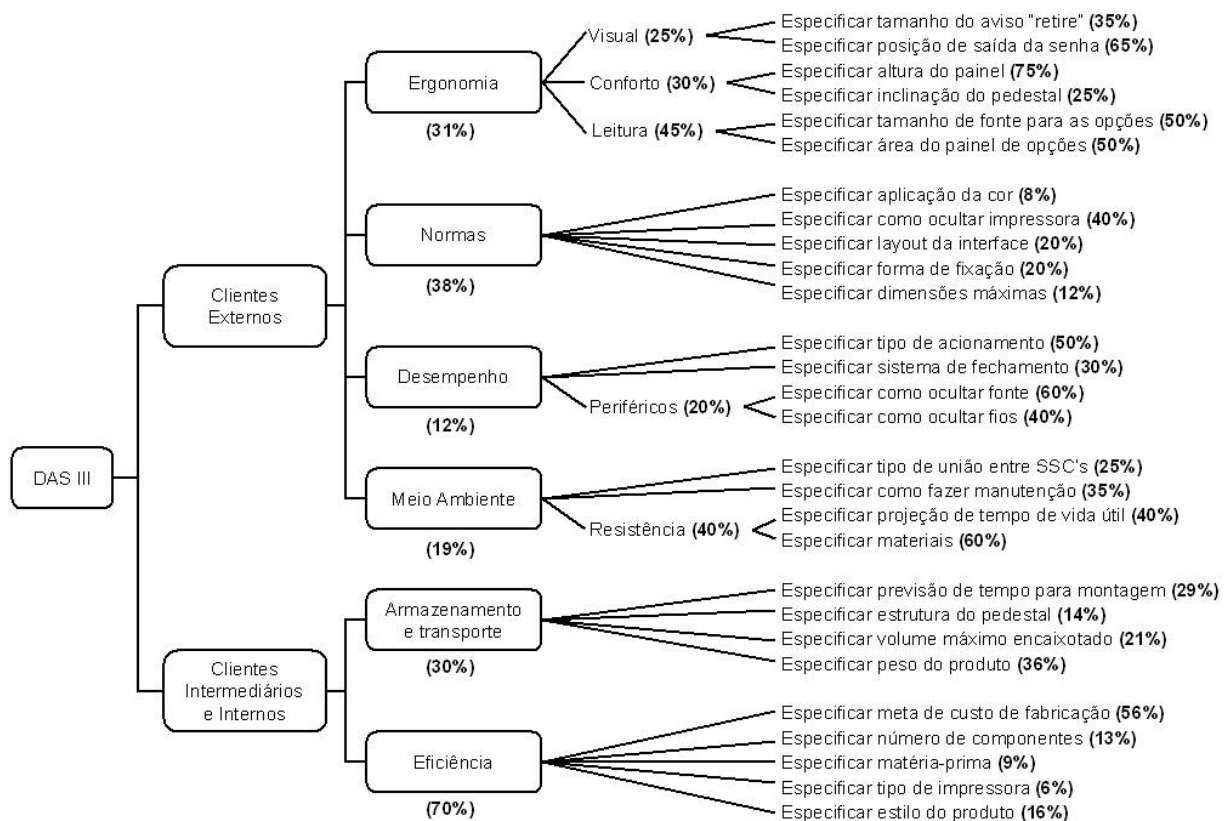


Figura 4.8 – Árvore de valor e taxas de substituição do projeto DASIII.

No projeto, os valores das taxas de substituição para quatro ou mais objetivos relativos foram obtidas de forma sistematizada e facilitada com a utilização do diagrama de Mudge. A Figura 4.9 detalha esse procedimento ao apresentar os diagramas para as taxas de substituição dos objetivos relativos à 'Normas', 'Armazenamento e Transporte', 'Eficiência' e 'Clientes Externos'.

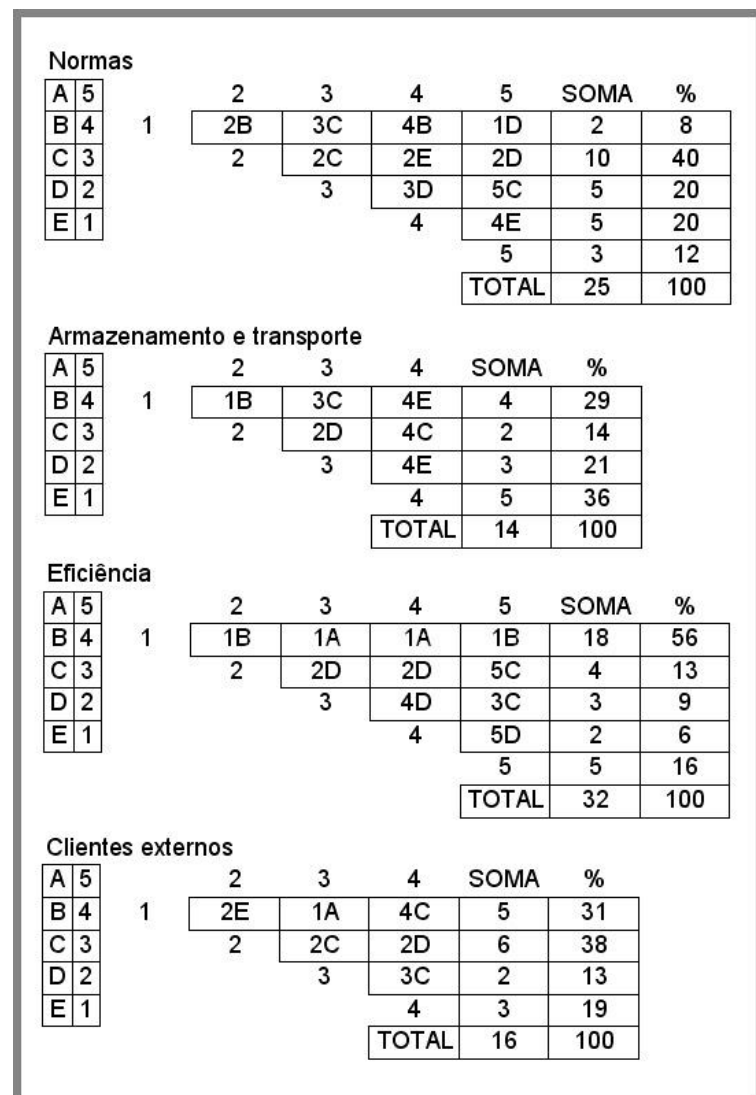


Figura 4.9 – Diagramas de Mudge para obtenção das taxas de substituição.

Após obtidos, organizados e valorados, os requisitos do produto DASIII poderão agora gerar as especificações do projeto, o principal resultado e a referência básica para a fase de Projeto Informacional. Portanto, a próxima atividade do projeto deverá merecer a máxima atenção por parte da equipe de desenvolvimento.

#### 4.2.5 Definir Especificações-meta do Produto

A fim de associar cada requisito do produto obtido com valores-meta, ou seja, para definir as especificações-meta do DASIII, foram estabelecidos critérios para medir os desempenhos que cada requisito do produto poderia fornecer. Após determinar quais possíveis implementações são as melhores, ao representar os critérios em escala ordinal, também foi possível determinar o quanto cada nível de desempenho é melhor, sempre com base nas preferências do grupo de foco. Para isso, utilizou-se novamente o diagrama de Mudge para auxiliar na conversão de todos os critérios ordinais do modelo em critérios cardinais, ou seja, valorados segundo os julgamentos dos clientes. É importante lembrar, ainda, que todos os níveis existentes nas funções de valor obtidas devem ser aceitáveis para o cliente.

Por exemplo, para ‘especificar tamanho do aviso ‘retire sua senha’ definiu-se o critério ‘área em mm<sup>2</sup>’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.10.

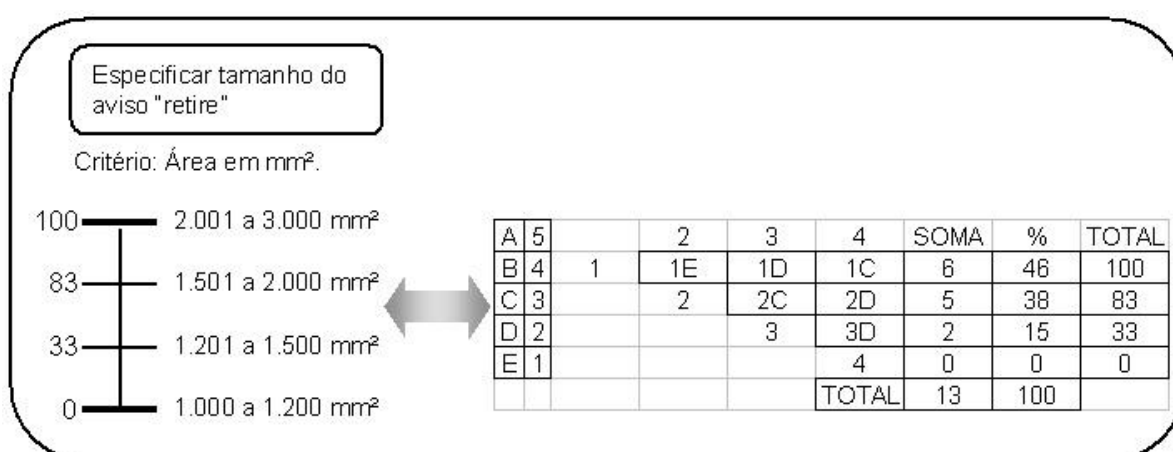


Figura 4.10 – Critério para especificar tamanho do aviso ‘retire sua senha’.

Para ‘especificar posição de saída da senha’ definiu-se o critério ‘posição em ângulo’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.11.

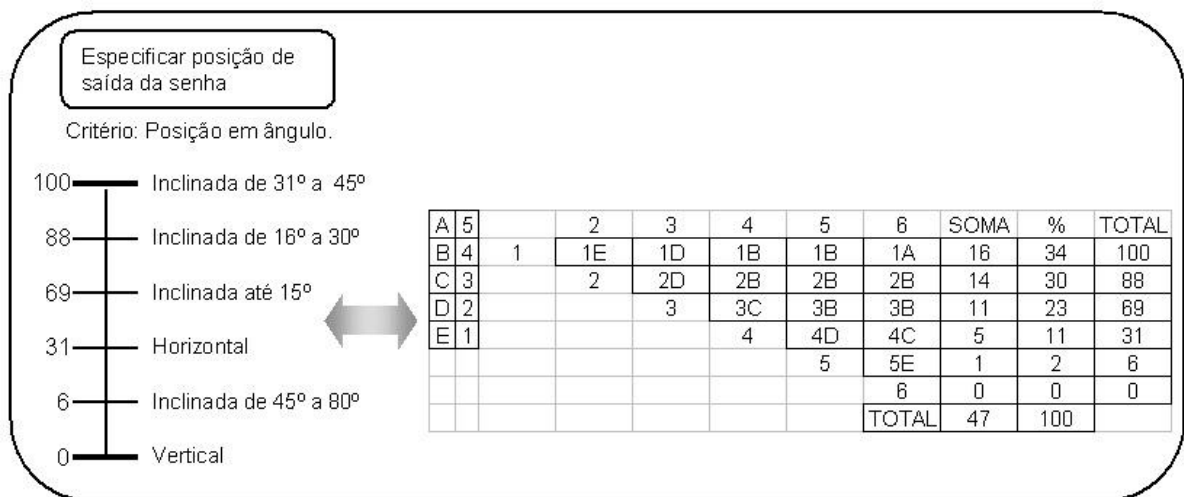


Figura 4.11 – Critério para especificar posição de saída da senha.

Para ‘especificar posição altura do painel’ definiu-se o critério ‘altura em mm’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.12.

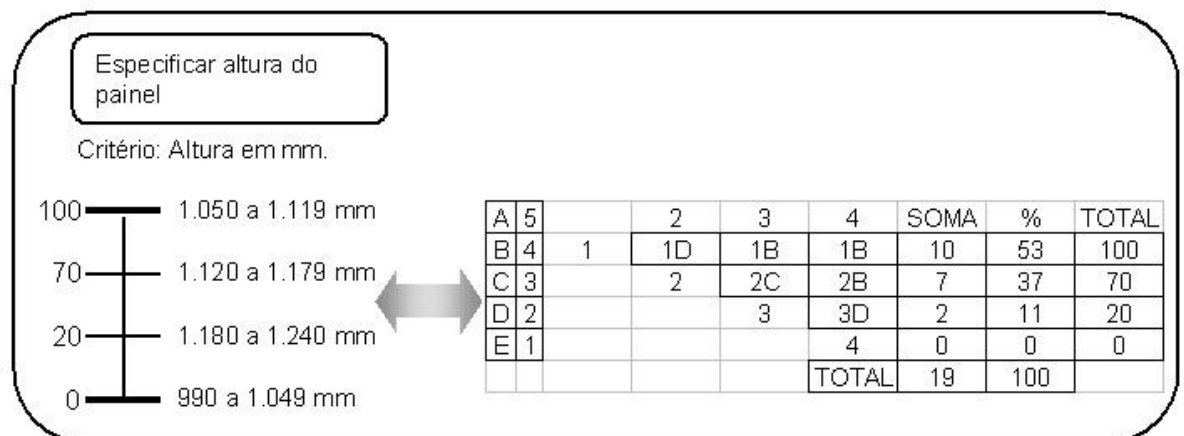


Figura 4.12 – Critério para especificar altura do painel.

Para ‘especificar inclinação do pedestal’ definiu-se o critério ‘inclinação em ângulo’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.13.

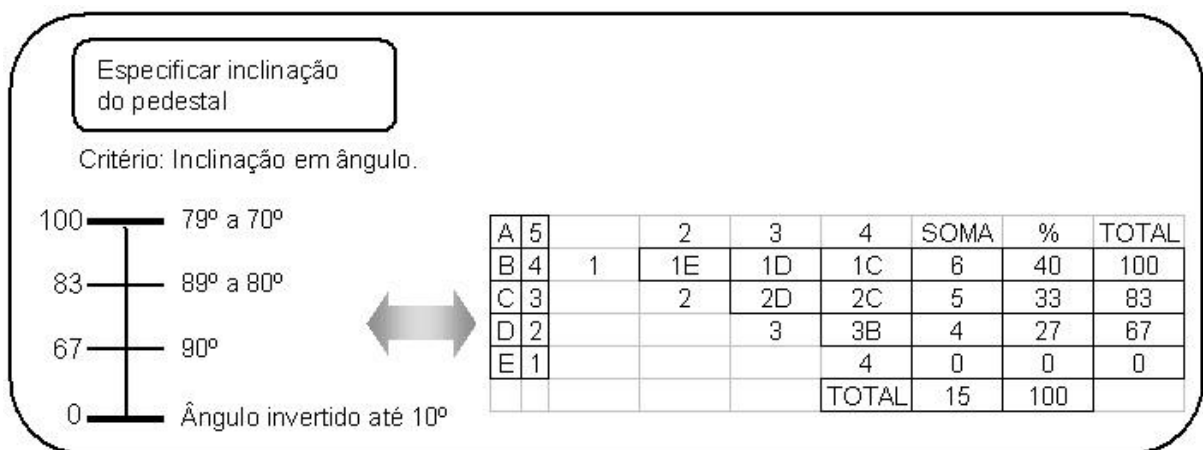


Figura 4.13 – Critério para especificar inclinação do pedestal.

Para ‘especificar tamanho de fonte para as opções’ definiu-se o critério ‘tamanho da fonte’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.14.

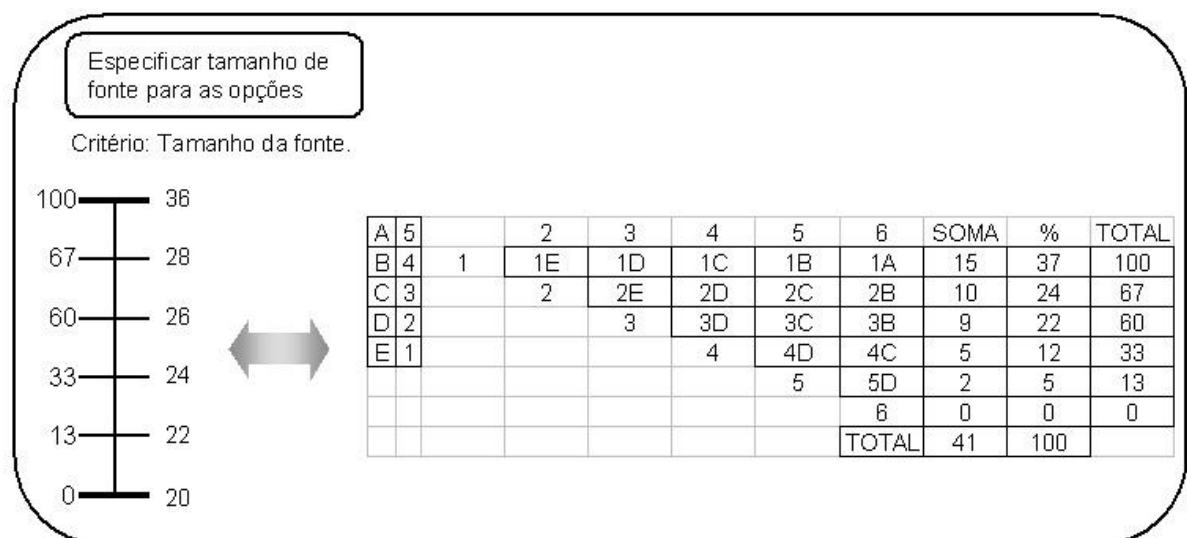


Figura 4.14 – Critério para especificar tamanho de fonte para as opções.

Para ‘especificar área do painel de opções’ definiu-se o critério ‘área em mm²’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.15.

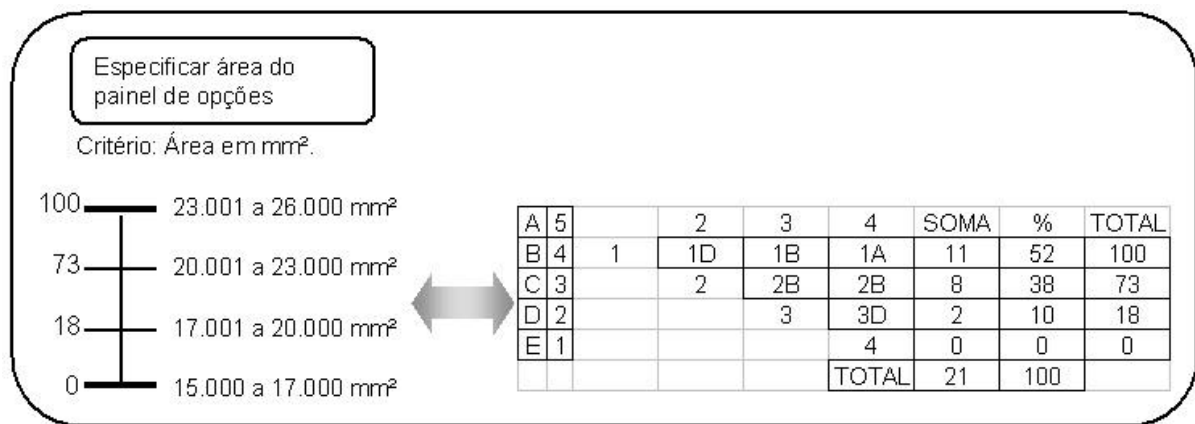


Figura 4.15 – Critério para especificar área do painel de opções.

Para ‘especificar aplicação da cor’ definiu-se o critério ‘aplicação das cores’, obtendo-se 7 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.16.

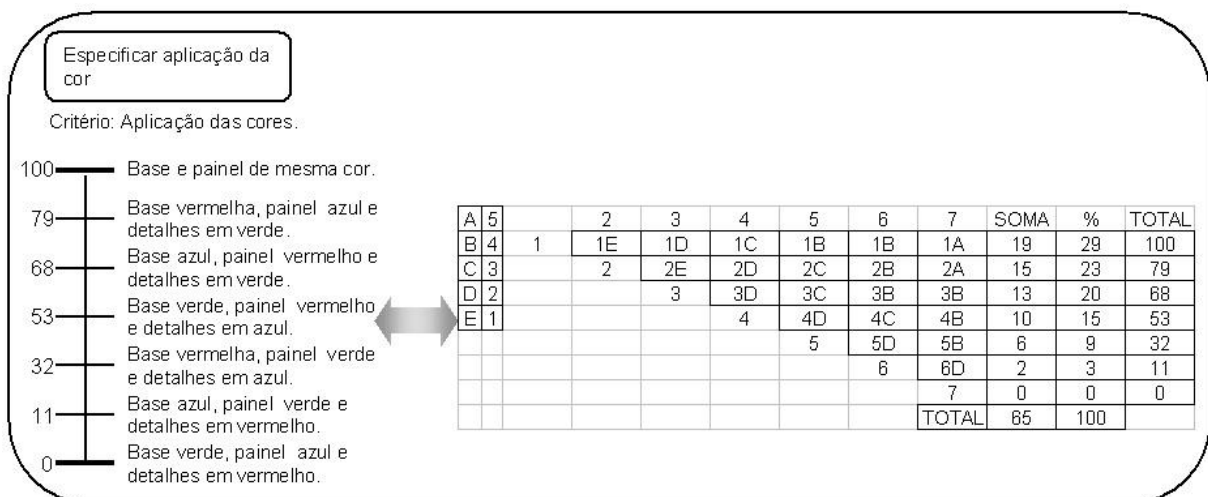


Figura 4.16 – Critério para especificar aplicação da cor.

Para ‘especificar como ocultar impressora’ definiu-se o critério ‘forma de ocultar’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.17.



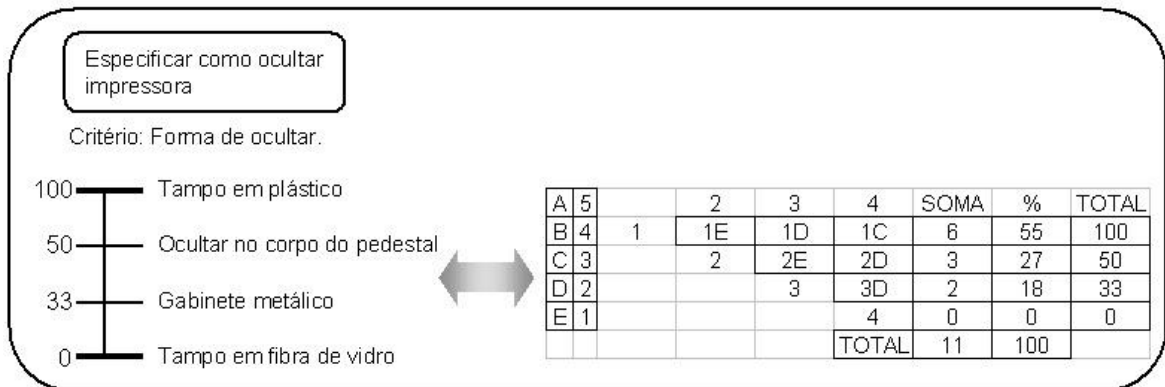


Figura 4.17 – Critério para especificar como ocultar impressora.

Para ‘especificar layout da interface’ definiu-se o critério ‘organização das opções’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.18.

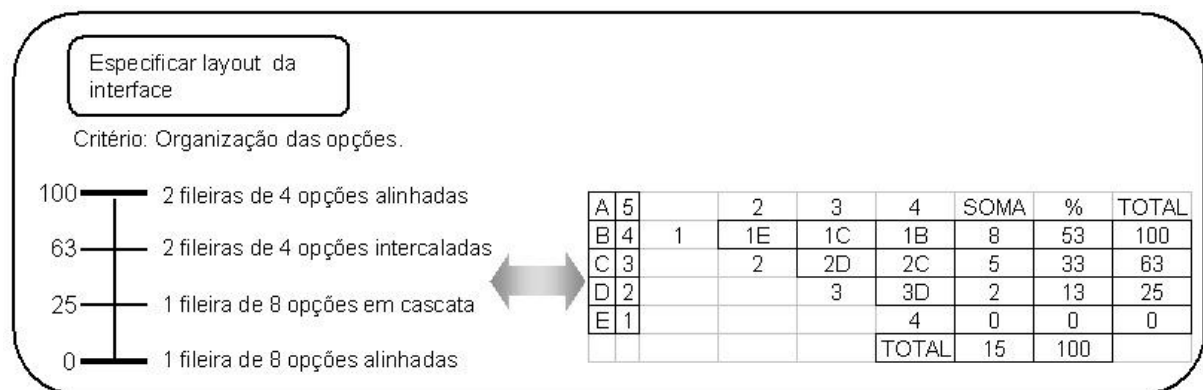


Figura 4.18 – Critério para especificar layout da interface.

Para ‘especificar forma de fixação’ definiu-se o critério ‘forma de fixação’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.19.

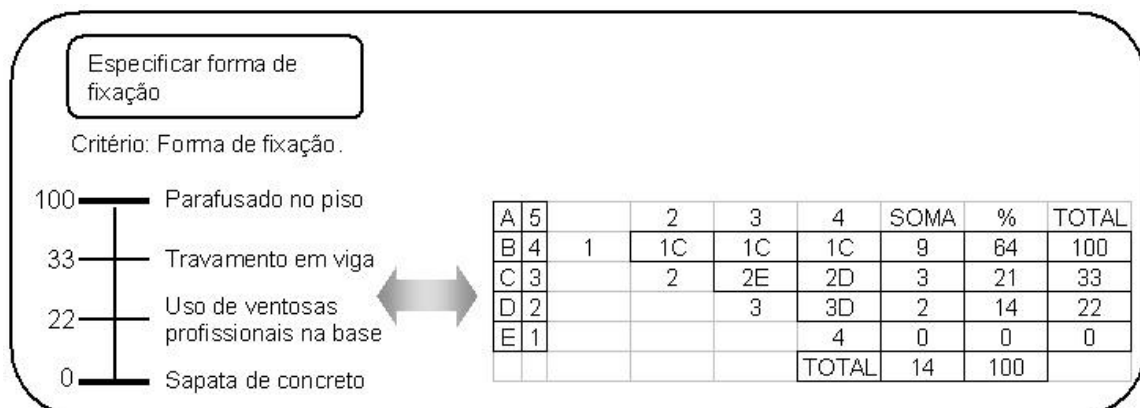


Figura 4.19 – Critério para especificar forma de fixação.

Para ‘especificar dimensões máximas’ definiu-se o critério ‘área ocupada em cm<sup>2</sup>’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.20.

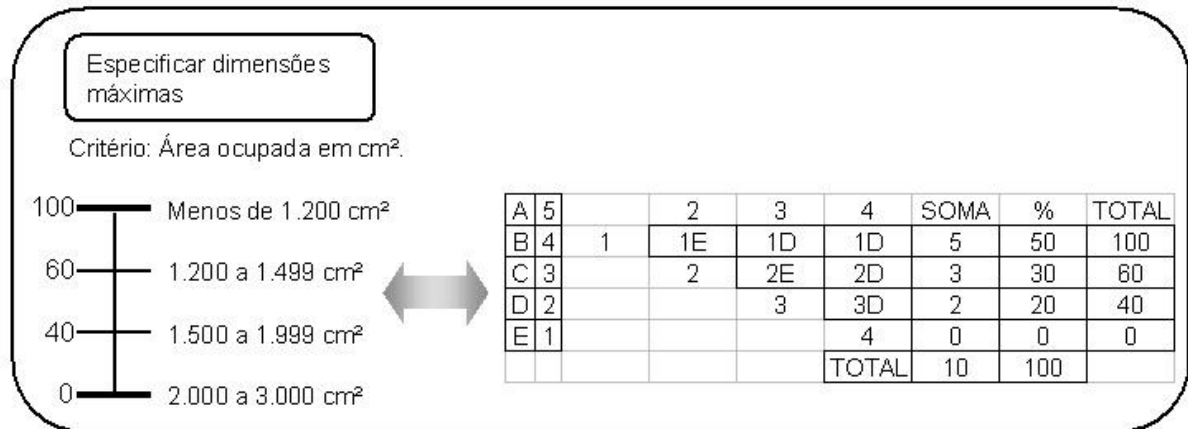


Figura 4.20 – Critério para especificar dimensões máximas.

Para ‘especificar tipo de acionamento’ definiu-se o critério ‘tipo de acionamento’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.21.

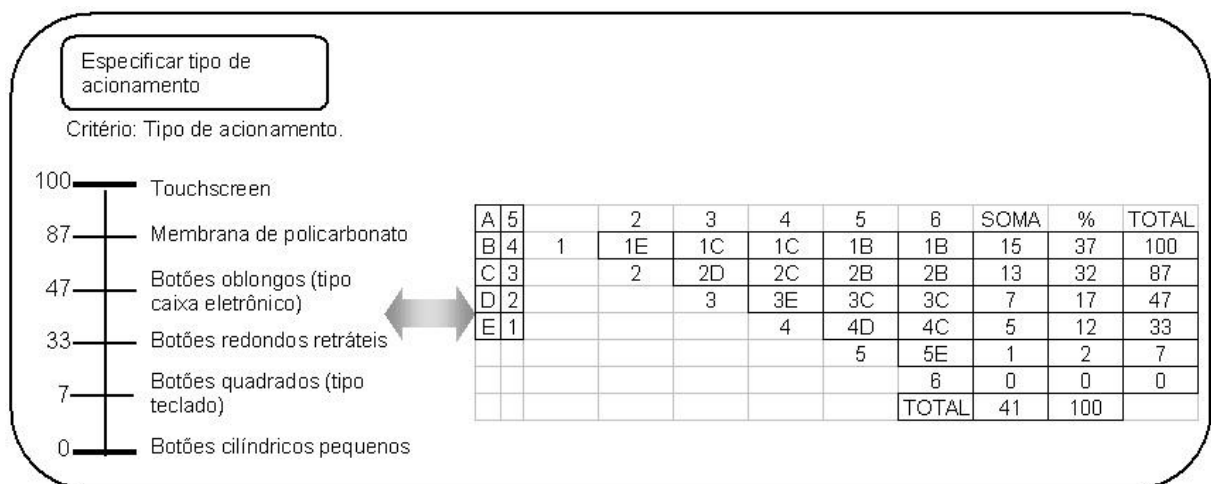


Figura 4.21 – Critério para especificar tipo de acionamento.

Para ‘especificar sistema de fechamento’ definiu-se o critério ‘tipo de fechamento’, obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.22.

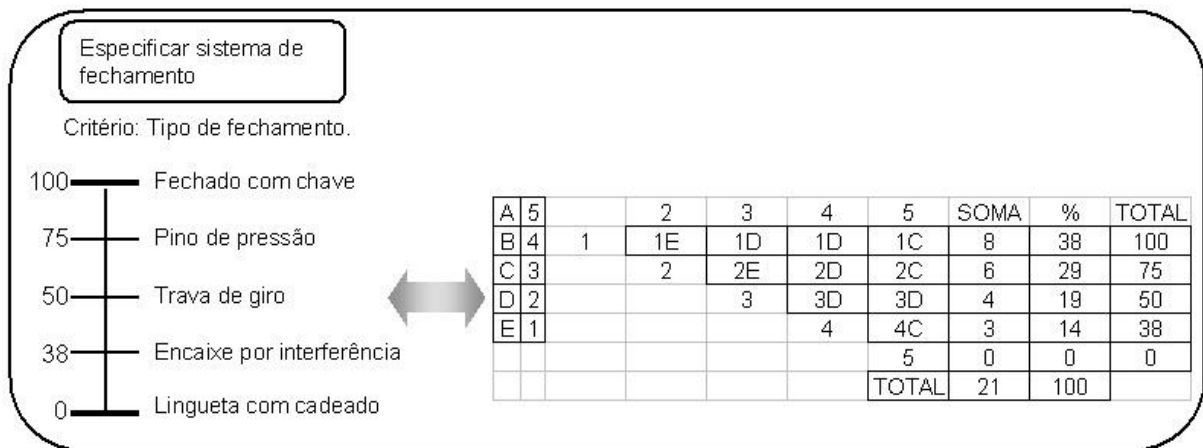


Figura 4.22 – Critério para especificar sistema de fechamento.

Para ‘especificar como ocultar fonte’ definiu-se o critério ‘forma de ocultar’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.23.

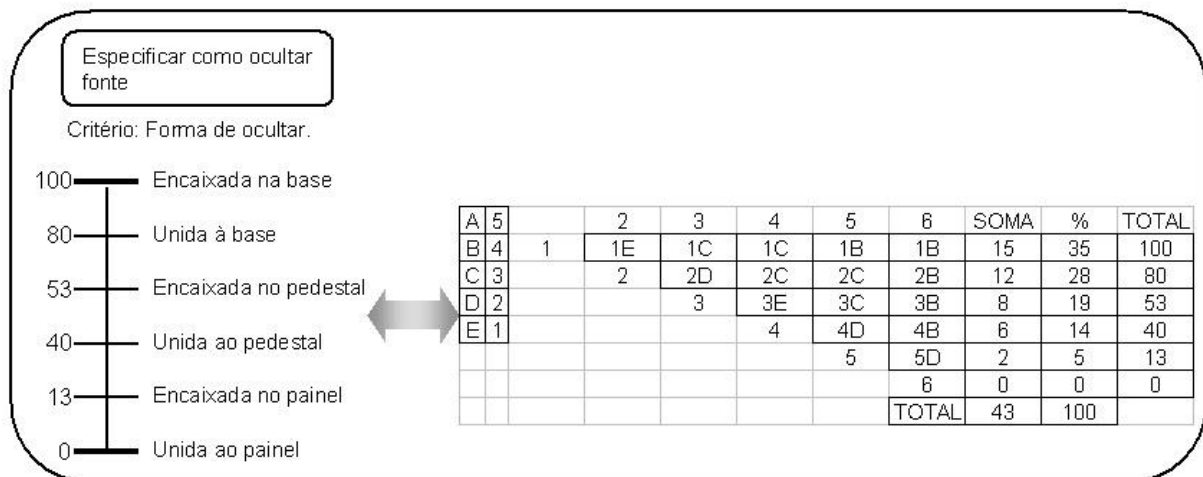


Figura 4.23 – Critério para especificar como ocultar fonte.

Para ‘especificar como ocultar fios’ definiu-se o critério ‘forma de ocultar’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.24.

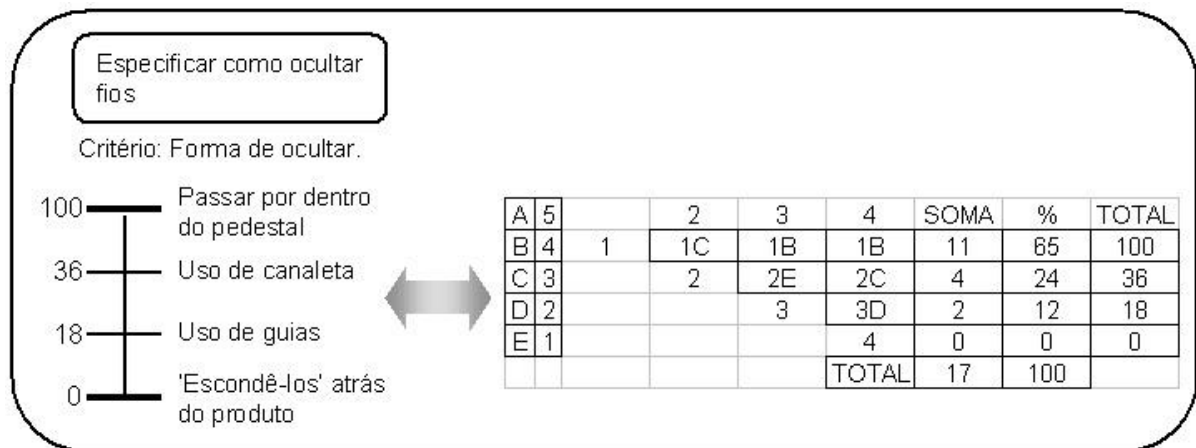


Figura 4.24 – Critério para especificar como ocultar fios.

Para 'especificar tipo de união entre SSC's' definiu-se o critério 'tipo de união', obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.25.

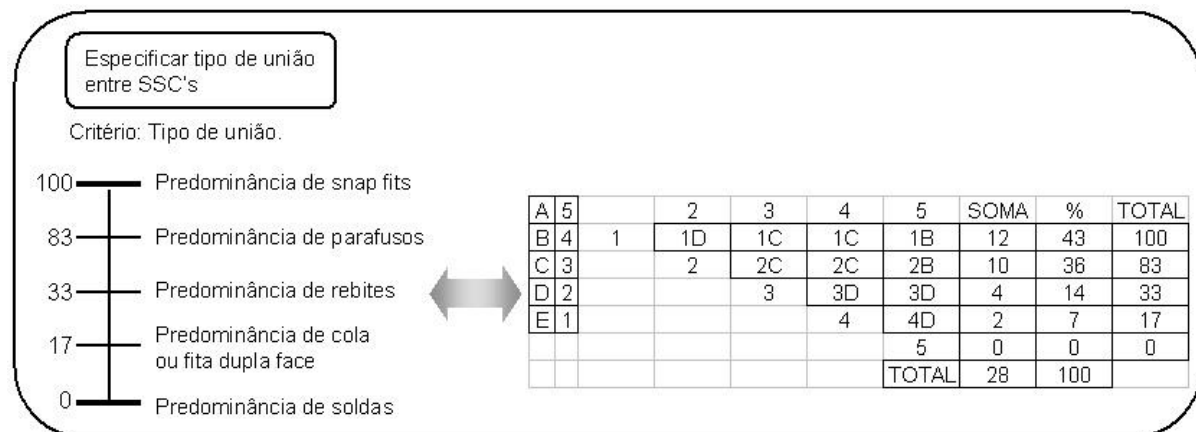


Figura 4.25 – Critério para especificar tipo de união entre SSC's.

Para 'especificar como fazer manutenção' definiu-se o critério 'maneira de acessar componentes', obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.26.

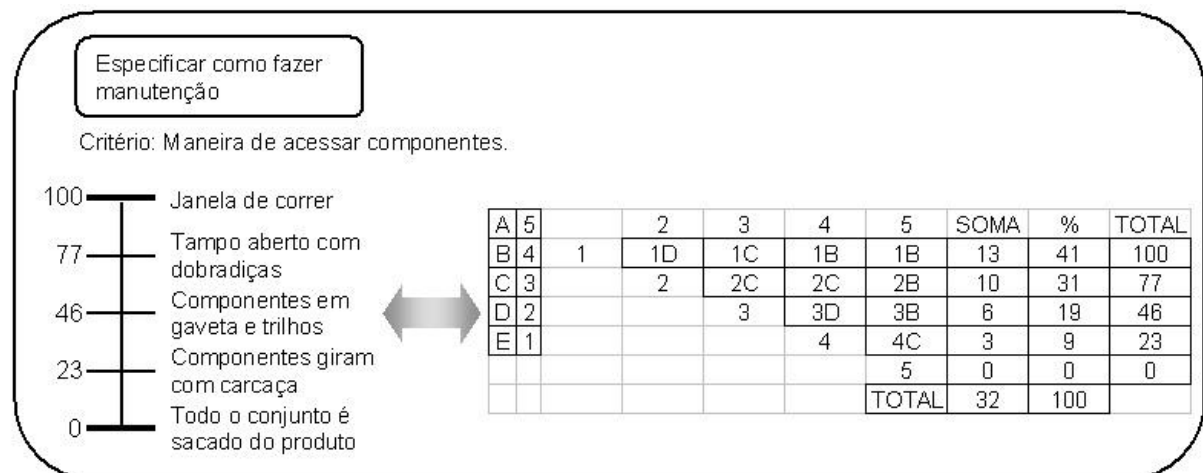


Figura 4.26 – Critério para especificar como fazer manutenção.

Para 'especificar projeção de tempo de vida útil' definiu-se o critério 'vida útil em anos', obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.27.

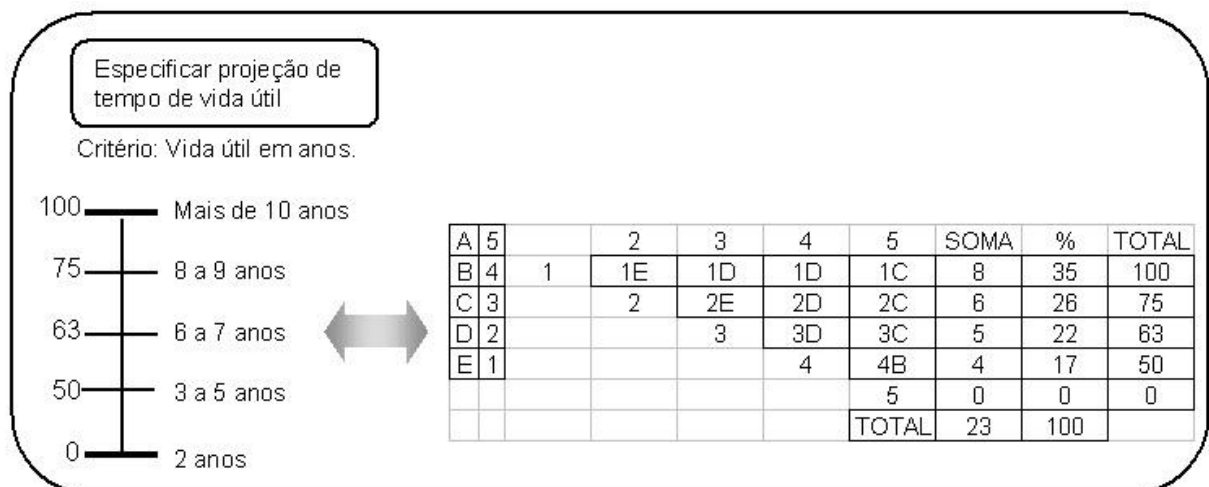


Figura 4.27 – Critério para especificar projeção de tempo de vida útil.

Para 'especificar materiais' definiu-se o critério 'materiais', obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.28.

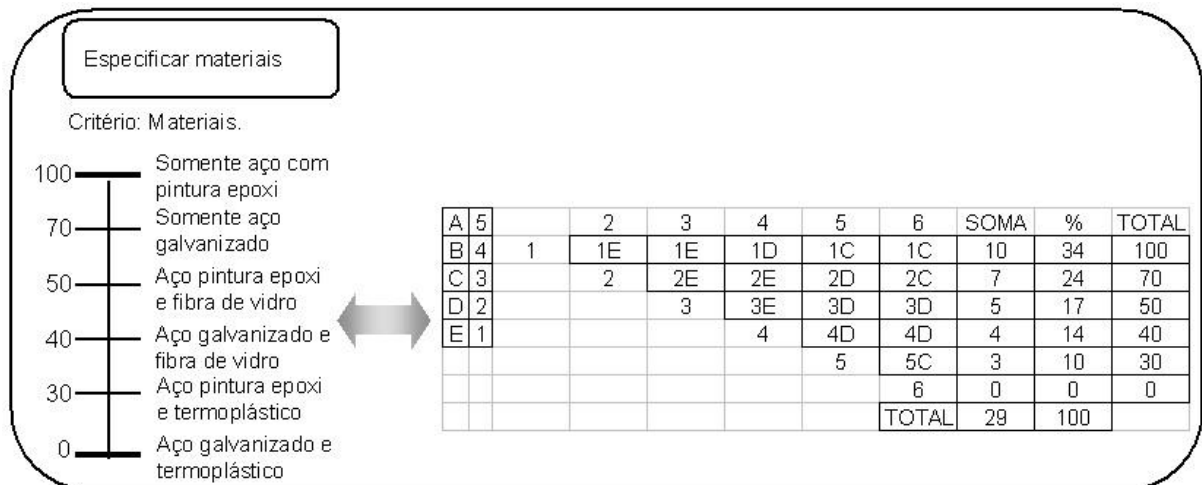


Figura 4.28 – Critério para especificar materiais.

Para ‘especificar previsão de tempo para montagem’ definiu-se o critério ‘tempo em minutos’, obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.29.

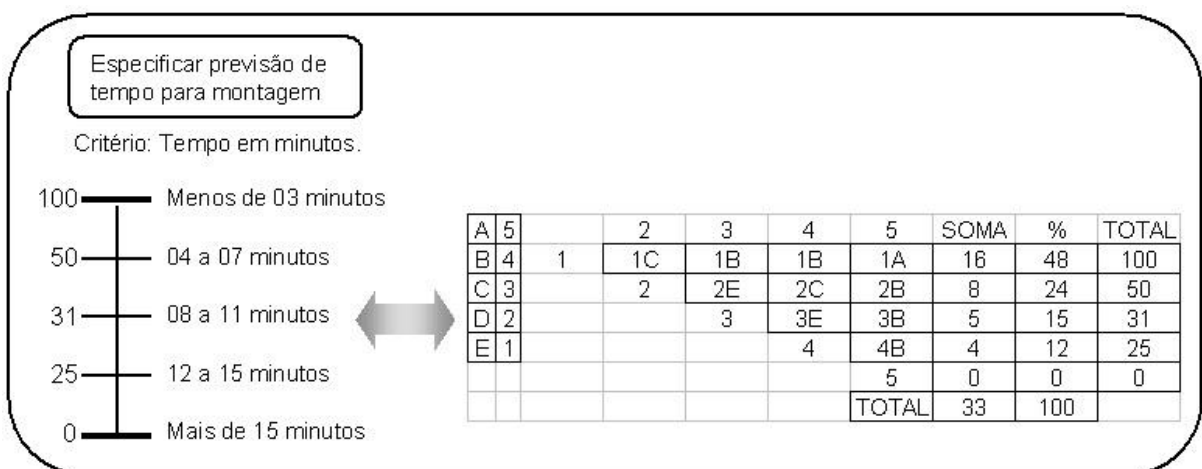


Figura 4.29 – Critério para especificar previsão de tempo para montagem.

Para ‘especificar estrutura do pedestal’ definiu-se o critério ‘estrutura’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.30.

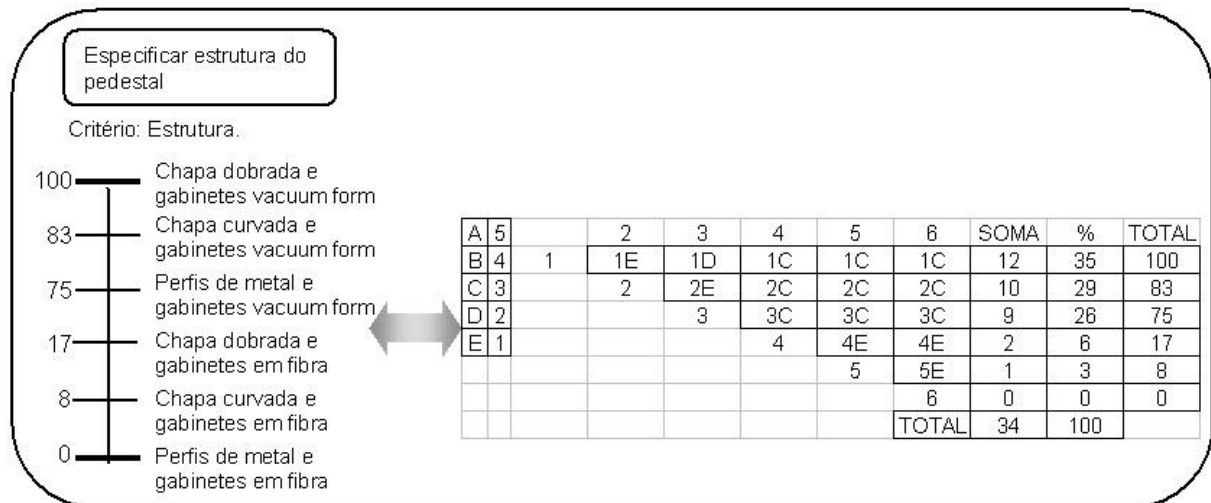


Figura 4.30 – Critério para especificar estrutura do pedestal.

Para ‘especificar volume máximo encaixotado’ definiu-se o critério ‘Volume em cm<sup>3</sup>’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.31.

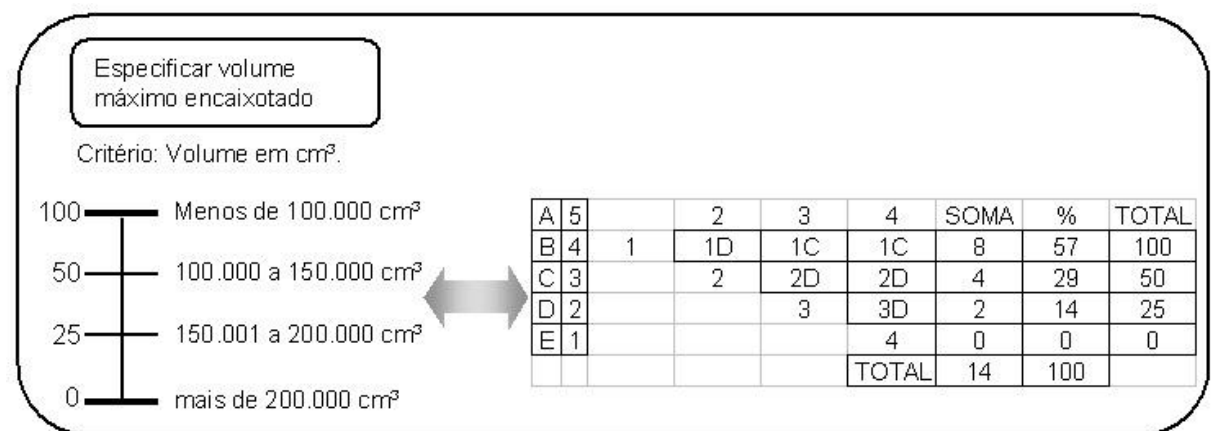


Figura 4.31 – Critério para especificar volume máximo encaixotado.

Para ‘especificar peso do produto’ definiu-se o critério ‘peso total em Kg’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.32.

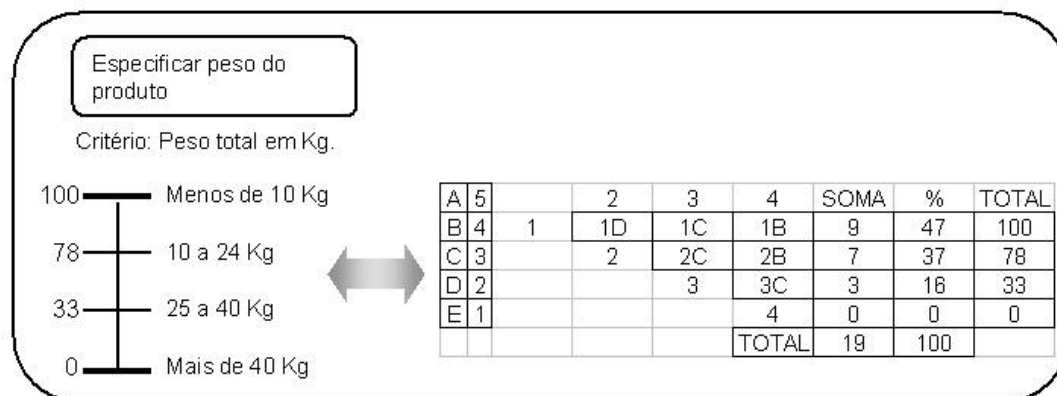


Figura 4.32 – Critério para especificar peso do produto.

Para ‘especificar meta de custo de fabricação’ definiu-se o critério ‘custo do pedestal em R\$ (excluindo impressora e periféricos)’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.33.

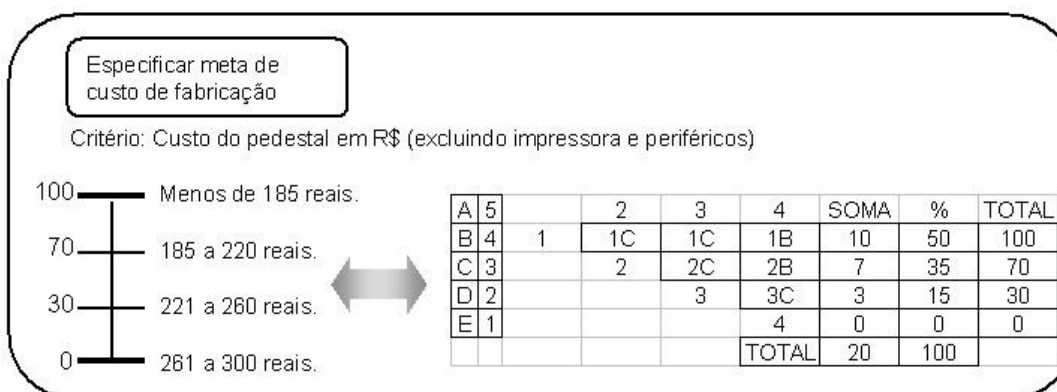


Figura 4.33 – Critério para especificar meta de custo de fabricação.

Para ‘especificar número de componentes’ definiu-se o critério ‘número de componentes’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.34.

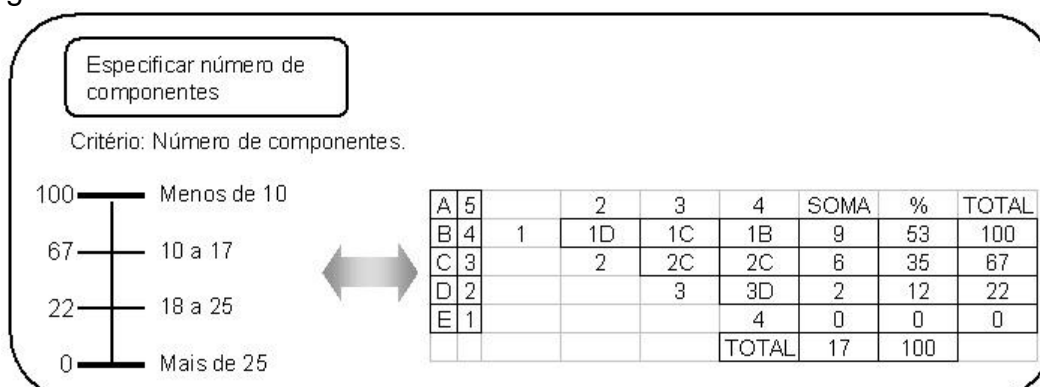


Figura 4.34 – Critério para especificar número de componentes.



Para ‘especificar matéria-prima’ definiu-se o critério ‘matéria-prima’, obtendo-se 6 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.35.

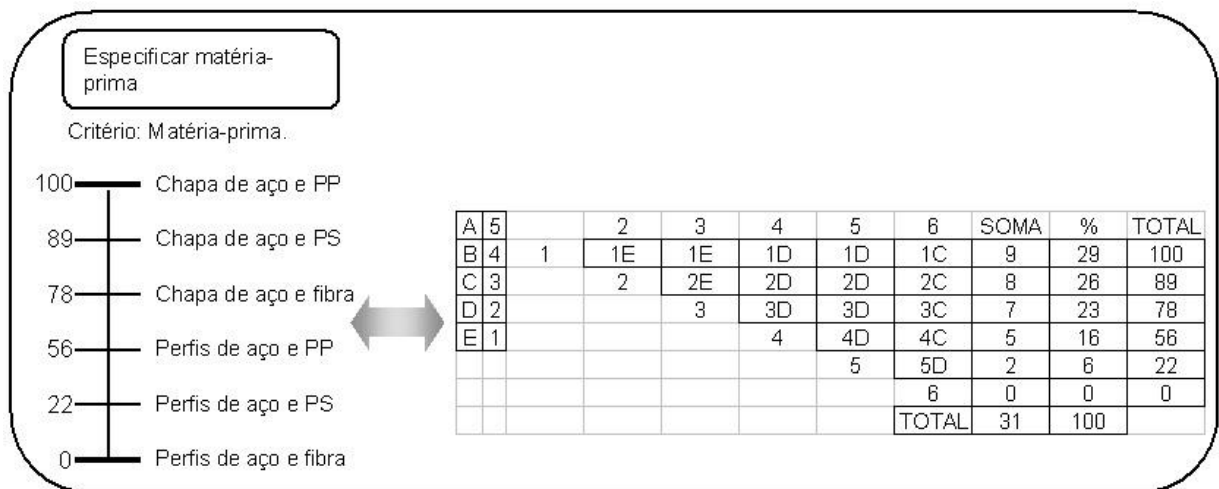


Figura 4.35 – Critério para especificar matéria-prima.

Para ‘especificar tipo de impressora’ definiu-se o critério ‘tipo de impressora’, obtendo-se 4 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.36.

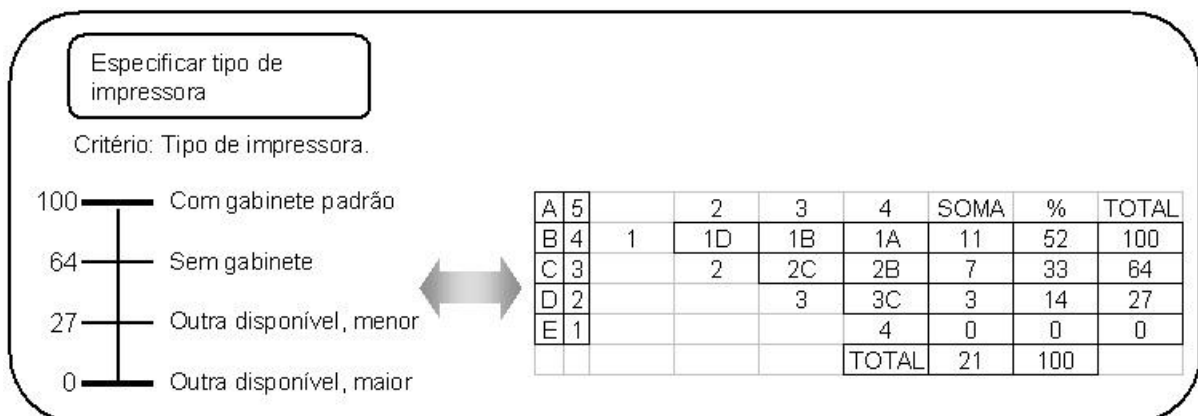


Figura 4.36 – Critério para especificar tipo de impressora.

Para ‘especificar estilo do produto’ definiu-se o critério ‘estilo do produto’, obtendo-se 5 possíveis implementações no produto, conforme a Figura 4.37.

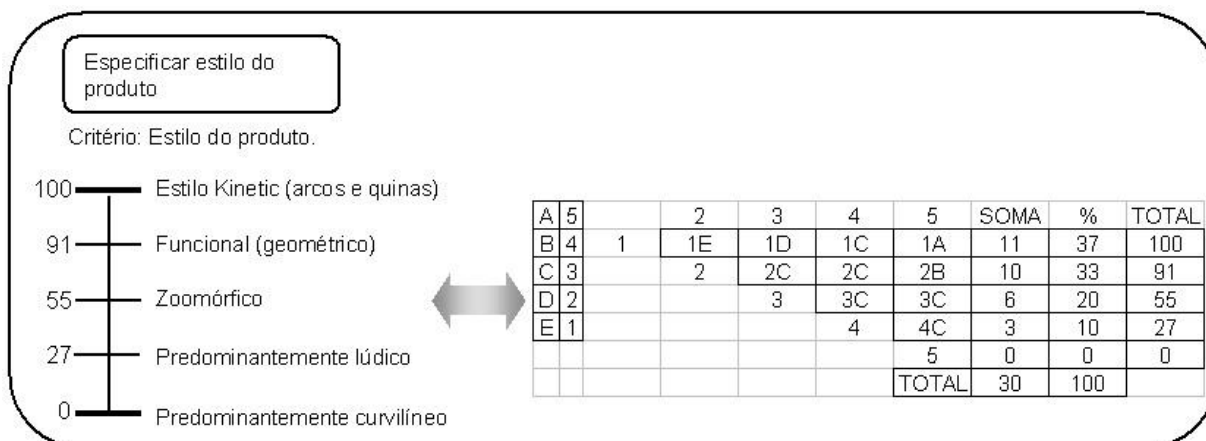


Figura 4.37 – Critério para especificar estilo do produto.

Percebe-se que os critérios apresentados já estão na forma de funções de valor. Portanto, considerando-as juntamente com as taxas de substituição obtidas na atividade anterior foi possível obter um modelo de valor para o projeto do DASIII, modelo este representado pela equação ilustrada na Figura 4.38.

**ÍNDICE DE ATENDIMENTO DOS REQUISITOS =**

$$\begin{aligned} & \text{CE} \times \{0,31 \times [0,25 \times (0,35 \times (100; 83; 33 \text{ ou } 0) + 0,65 \times (100; 88; 69; 31; 6 \text{ ou } 0)) + \\ & 0,3 \times (0,75 \times (100; 70; 20 \text{ ou } 0) + 0,25 \times (100; 83; 67 \text{ ou } 0)) + 0,45 \times (0,5 \times (100; 67; \\ & 60; 33; 13 \text{ ou } 0) + 0,5 \times (100; 73; 18 \text{ ou } 0))] + 0,38 \times [0,08 \times (100; 79; 68; 53; 32; 11 \\ & \text{ou } 0) + 0,4 \times (100; 50; 33 \text{ ou } 0) + 0,2 \times (100; 63; 25 \text{ ou } 0) + 0,2 \times (100; 33; 22 \text{ ou } 0) + \\ & 0,12 \times (100; 60; 40 \text{ ou } 0)] + 0,12 \times [0,5 \times (100; 87; 47; 33; 7 \text{ ou } 0) + 0,3 \times (100; 75; 50; \\ & 38 \text{ ou } 0) + 0,2 \times (0,6 \times (100; 80; 53; 40; 13 \text{ ou } 0) + 0,4 \times (100; 36; 18 \text{ ou } 0))] + 0,19 \times \\ & [0,25 \times (100; 83; 33; 17 \text{ ou } 0) + 0,35 \times (100; 77; 46; 23 \text{ ou } 0) + 0,4 \times (0,4 \times (100; 75; \\ & 63; 50 \text{ ou } 0) + 0,6 \times (100; 70; 50; 40; 30 \text{ ou } 0))] + \text{CII} \times \{0,3 \times [0,29 \times (100; 50; 31; 25 \\ & \text{ou } 0) + 0,14 \times (100; 83; 75; 17; 8 \text{ ou } 0) + 0,21 \times (100; 50; 25 \text{ ou } 0) + 0,36 \times (100; 78; \\ & 33 \text{ ou } 0)] + 0,7 \times [0,56 \times (100; 70; 30 \text{ ou } 0) + 0,13 \times (100; 67; 22 \text{ ou } 0) + 0,09 \times (100; \\ & 89; 78; 56; 22 \text{ ou } 0) + 0,06 \times (100; 64; 27 \text{ ou } 0) + 0,16 \times (100; 91; 55; 27 \text{ ou } 0)]\} \end{aligned}$$

Onde:

**CE** = taxa de substituição de “Clientes Externos”

**CII** = taxa de substituição de “Clientes Intermediários e Internos”

Figura 4.38 – Equação do modelo de valor do projeto DASIII.

Com essa equação pode-se determinar o que foi chamado de “índice de atendimento dos requisitos”, ou seja, o quanto determinada solução de projeto atende as necessidades dos clientes. Além da equação, com o modelo também se

pôde determinar quais requisitos do projeto possuíam maior valor para os clientes, ao considerar os valores percentuais atribuídos a cada requisito na árvore de valor. Na Figura 4.39 os valores foram calculados e cada requisito ordenado segundo sua importância para o projeto.

Tabela 4.1 - Requisitos do projeto em ordem de importância.

ORDEM	REQUISITO DE PROJETO	IMPORTÂNCIA
1º	8) como ocultar impressora	15,2 %
2º	9) layout da interface	7,6 %
3º	10) forma de fixação	7,6 %
4º	3) altura do painel	7 %
5º	5) tamanho de fonte para as opções	7 %
6º	6) área do painel de opções	7 %
7º	17) como fazer manutenção	6,6 %
8º	12) tipo de acionamento	6 %
9º	2) posição de saída da senha	5 %
10º	16) tipo de união entre SSC's	4,8 %
11º	19) materiais	4,6 %
12º	11) dimensões máximas	4,6 %
13º	13) sistema de fechamento	3,6 %
14º	18) projeção de tempo de vida útil	3 %
15º	7) aplicação da cor	3 %
16º	1) tamanho do aviso "retire sua senha"	2,7 %
17º	4) inclinação do pedestal	2,3 %
18º	14) como ocultar fonte	1,4 %
19º	15) como ocultar fios	1 %
	Total de "Clientes Externos"	100%
1º	24) meta de custo de fabricação	39,2 %
2º	28) estilo do produto	11,2 %
3º	23) peso do produto	10,8 %
4º	25) número de componentes	9,1 %
5º	20) previsão de tempo para montagem	8,7 %
6º	22) volume máximo encaixotado	6,3 %
7º	26) matéria-prima	6,3 %
8º	21) estrutura do pedestal	4,2 %
9º	27) tipo de impressora	4,2 %
	Total de "Clientes Intermediários e Internos"	100%

A partir das informações apresentados na Tabela 4.1 foi possível gerar um gráfico que confronta os valores que os clientes do DASIII atribuíram aos requisitos

com o desempenho atualmente observado em outros emissores eletrônicos de senha da Specto. Ou seja, nessa análise comparativa os requisitos gerados com o modelo foram pontuados levando-se em consideração as necessidades já atendidas por outros produtos da empresa. As funções de valor construídas foram sendo assinaladas conforme o nível que a empresa já atingiu com algum de seus produtos, seu *Status Quo*. O resultado encontra-se na Figura 4.39.

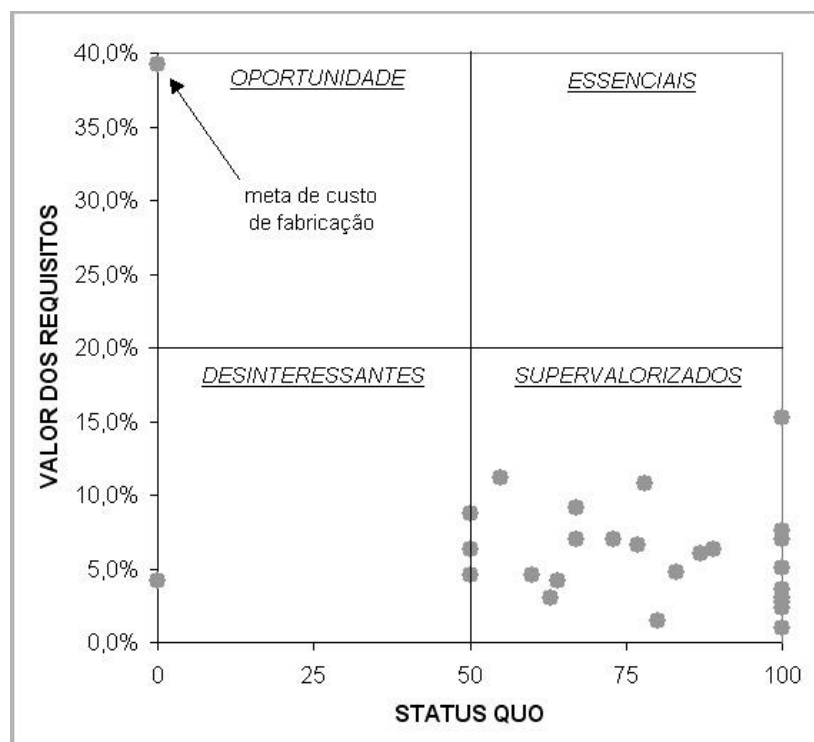


Figura 4.39 – Análise do desempenho de outros produtos da empresa com base nas necessidades do projeto DASIII.

A primeira conclusão desse gráfico, ao observar a dispersão dos requisitos, é que o projeto em questão é bastante peculiar. Basicamente não existem necessidades essenciais a serem atendidas, mas a grande concentração no gráfico ocorre na área que demonstra que os produtos atualmente produzidos pela empresa atendem de maneira muito satisfatória as necessidades levantadas nesse projeto específico.

A utilidade maior da análise ficou por conta de auxiliar na percepção de que falta um emissor de senhas com custo mais baixo na linha de produtos. A oportunidade surge com o desenvolvimento do DASIII, a ser produzido com esse objetivo maior, haja vista que o valor que os clientes atribuíram a esse requisito, de 39,2% foi altíssimo em comparação com os demais, causando certa discrepância no gráfico. Desse modo, os esforços nas fases restantes de projeto se concentraram em promover o requisito 'especificar meta de custo de fabricação' de uma situação de oportunidade para uma situação de necessidade essencial para o projeto.

Com o modelo pronto e a metas estabelecidas, o desenvolvimento do DASIII se encaminhou para a fase de Projeto Conceitual. Nessa fase, o modelo multicritério ainda foi de bastante utilidade, dessa vez para analisar as alternativas geradas com base em seus respectivos índices de atendimento dos requisitos, a partir do conhecimento construído na fase de Projeto Informacional. Para ilustrar, na Figura 4.40 observam-se duas das alternativas geradas como conceitos para o emissor de senhas, o conceito 1 e o conceito 2.



Figura 4.40 – Conceitos para o DASIII.

Ambos os conceitos tiveram seus índices, ou pontuação, calculados a partir do modelo multicritério desenvolvido. A Figura 4.41 apresenta os gráficos gerados para cada um dos conceitos e a pontuação total de cada um, tanto para os requisitos dos clientes externos, quanto para os requisitos dos clientes intermediários e internos. As numerações que identificam os requisitos são as mesmas da Tabela 4.1.

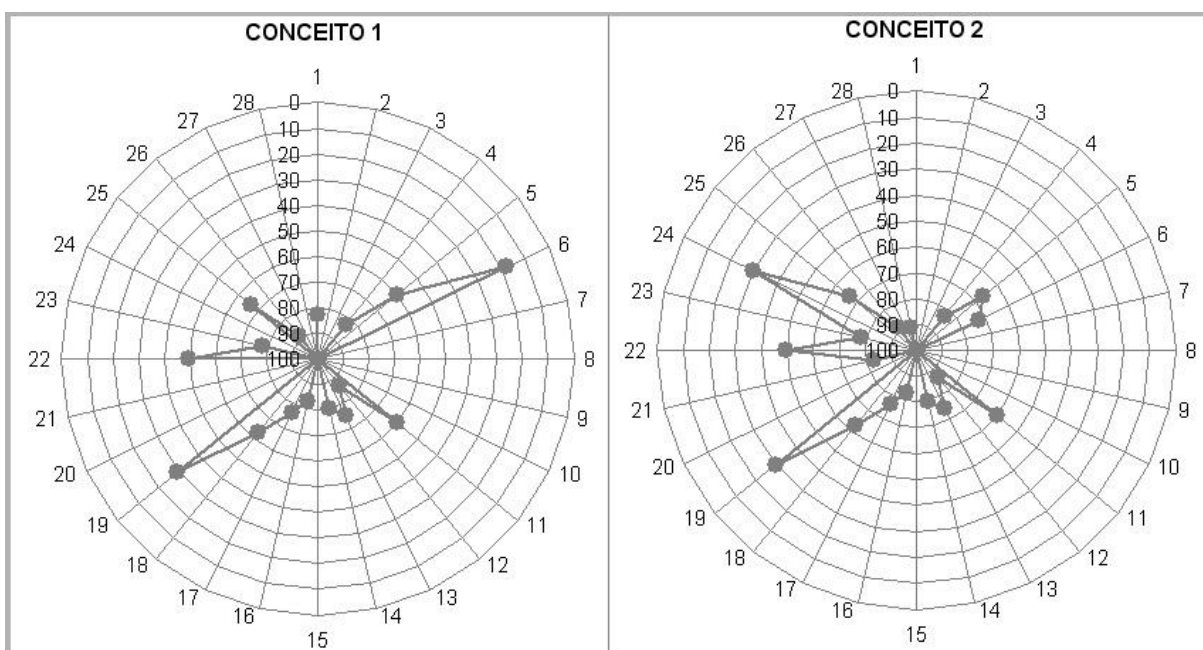


Figura 4.41 – Desempenho dos conceitos para o projeto.

O uso da equação gerou os seguintes índices de atendimento dos requisitos: Clientes Externos igual a 80 (Conceito 1) e 85 (Conceito 2); Clientes Intermediários e Internos igual a 91 (Conceito 1) e 62 (Conceito 2). Embora o conceito 1 não atenda tão bem os requisitos dos clientes externos quanto o conceito 2, o índice obtido nos requisitos dos clientes intermediários e internos foi bem maior. Nesse caso, a análise de sensibilidade do modelo também assumiu uma importância grande para a tomada de decisões. Observa-se na Figura 4.42, uma análise gráfica do ponto de vista dos clientes intermediários e internos.

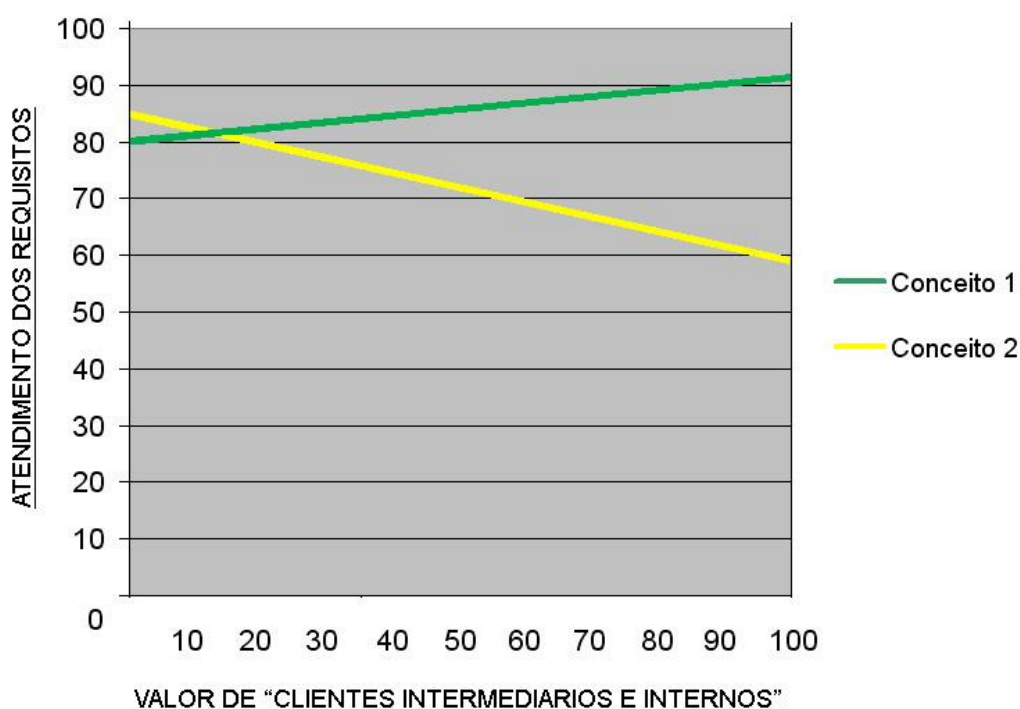


Figura 4.42 – Análise de sensibilidade gráfica para os dois conceitos.

O que se pode concluir dessa análise é ambos os conceitos se equivalem matematicamente se a importância dos requisitos dos clientes intermediários e internos girarem em torno dos 15%, restando 85% para os clientes externos. Devido à natureza do projeto, a própria empresa admite que um produto como esse não deva contemplar com tamanha importância os requisitos dos clientes externos, mas encontrar um equilíbrio entre as necessidades levantadas para os dois grupos. Conforme já observado, o foco maior do projeto do DASIII é estabelecer o menor custo de fabricação possível, ao passo que as demais necessidades devem ser atendidas de maneira satisfatória, mas nenhuma outra de maneira tão essencial quanto o custo. Portanto, com esse objetivo, foi decidida a alternativa que melhor atendeu os requisitos dos clientes intermediários e internos, no caso o conceito 1.

### 4.3 Considerações Finais

O principal objetivo da realização do estudo de caso apresentado neste capítulo é a discussão acerca dos benefícios e/ou as vantagens que a abordagem multicritério e o foco no processo de tomadas de decisão oferecem para as primeiras etapas de projeto de produtos, especificamente a fase de Projeto Informacional. A proposta se justifica através dos aspectos que agregam valor ao desenvolvimento, mas que ainda não são contemplados com outras ferramentas e métodos tradicionais do PDP.

Como um primeiro benefício pode-se dizer que utilizar o apoio de grupos de foco facilita a obtenção das necessidades. Outra conclusão foi que os requisitos dos clientes que são relativos, isto é, que possuem objetivos semelhantes, puderam ser melhor analisados quando agrupados nos Elementos Primários de Especificação e nos mapas mentais.

Com o uso de mapas mentais em cadeias de meios e fins, e a lógica existente nessa ferramenta, puderam-se obter mais facilmente os requisitos do produto a partir dos requisitos dos clientes. Além disso, os demais elementos que compõem os mapas mentais possibilitaram uma melhor compreensão a respeito do que os clientes queriam dizer com as necessidades manifestadas na pesquisa, bem como os objetivos principais que o produto deveria atender. Isso poupou tempo e esforço no desenvolvimento.

Através da construção da árvore de valor com a hierarquia dos objetivos externados no projeto, pôde-se explicitar e compreender melhor o valor (taxas de substituição) atribuído pelos clientes para os diversos requisitos gerados no desenvolvimento. Os *tradeoffs* do modelo, ou seja, as compensações percentuais



que ocorrem entre os requisitos, só podem ser observadas em ferramentas como a árvore de valor, uma vantagem em relação ao QFD ou outros métodos tradicionais.

Com a elaboração dos critérios e sua conversão para funções de valor, as especificações-meta não se limitaram a um valor estático ou simplesmente a uma faixa de valores. Essa ferramenta pôde explicitar que existem níveis de desempenho melhores que outros e que, se atingidos, contribuirão ainda mais para o sucesso do desenvolvimento, em especial os requisitos críticos, isto é, aqueles valorados em maior grau. Ainda, percebeu-se no estudo de caso que a elaboração das funções de valor estimula a criatividade, chegando ao ponto de intervenções mais profundas no produto, antecipando determinadas soluções que normalmente são desenvolvidas apenas no projeto conceitual, através da geração de alternativas.

O 'índice de atendimento dos requisitos', proposto nesta dissertação, obtido com o uso da equação do modelo de valor, objetivou a análise da situação de mercado e o quanto os produtos concorrentes ou o portfólio da empresa estão atendendo as necessidades específicas do projeto em desenvolvimento. O gráfico que confronta o valor dos requisitos obtidos no modelo multicritério com a situação atual dos concorrentes e/ou da própria empresa facilitou essa visualização, externando as necessidades essenciais, as desinteressantes, as supervalorizadas e, principalmente, as de oportunidade para o projeto.

Finalmente, o estudo sugeriu a utilidade do modelo multicritério desenvolvido inclusive para apoio à decisão já na fase de Projeto Conceitual do estudo de caso, quando foi possível realizar uma análise comparativa entre duas alternativas geradas para o projeto. A decisão final foi pautada pela análise de qual conceito gerado atendia de maneira mais satisfatória os requisitos considerados essenciais para o projeto. A análise de sensibilidade do modelo assumiu um papel

determinante, ao facilitar a visualização das perdas e ganhos que cada alternativa sofreria conforme a variação do valor atribuído por cada grupo de clientes. Esses aspectos, por fim, auxiliaram ainda mais a empresa e a equipe de desenvolvimento em justificar a decisão tomada para este projeto em específico.

## **CAPÍTULO 5**

---

### **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **5.1 Introdução**

Neste último capítulo serão apresentadas as conclusões do autor com respeito ao trabalho desenvolvido, bem como as recomendações que poderão ser úteis para trabalhos futuros. Espera-se que os trabalhos diretamente beneficiados sejam aqueles também relacionados à prática de projeto e ao processo decisório, que visem integrar a abordagem multicritério com o Processo de Desenvolvimento de Produtos. Em contrapartida, trabalhos futuros que definam a fase de Projeto Informacional como delimitação de pesquisa também poderão usufruir das contribuições que os métodos e ferramentas procedentes da abordagem multicritério oferecem às diferentes atividades dessa fase crítica no desenvolvimento de um produto.

#### **5.2 Conclusões**

Esta dissertação, em seu primeiro capítulo, discorreu a respeito da temática, justificativas, objetivos e metodologia da pesquisa em questão. Torna-se válido, portanto, que esta última parte do trabalho se concentre em apresentar os resultados obtidos e em resumir como os objetivos principais foram alcançados. Como objetivo geral, visou-se propor uma nova sistematização da fase de Projeto

Informacional, adequando-a aos métodos e ferramentas propostos pelas metodologias da decisão que tratam de problemas com múltiplos critérios, de modo a contribuir para a melhoria da prática de projeto nas suas fases iniciais.

A fim de atingir esse objetivo principal, alguns objetivos meios foram estabelecidos. Primeiro, verificou-se os procedimentos atualmente utilizados nas fases iniciais de projeto no que diz respeito à identificação e hierarquização dos requisitos dos clientes para a obtenção das especificações do produto. Esse objetivo específico foi atingido através da revisão bibliográfica apresentada como conteúdo do capítulo 2.

Após a familiarização com as atuais práticas de projeto para a fase de Projeto Informacional, buscou-se analisar as situações críticas de decisão existentes, bem como as possíveis deficiências dos métodos e ferramentas propostos pela literatura para a execução da fase. Concluiu-se que essas situações críticas tratavam-se, na verdade, de determinadas atividades comuns a propostas de diversos autores. Muitos deles, de maneira direta ou indireta, apresentavam as etapas de 'definição dos clientes', 'identificação dos requisitos dos clientes', 'conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto' e 'obtenção das especificações de projeto' como atividades fundamentais para a correta realização da fase de Projeto Informacional.

Com a percepção de que são nessas atividades que se tomam as decisões mais importantes para o sucesso comercial de um produto, ao torná-lo adequado às necessidades dos clientes, observou-se que a literatura é rica em procedimentos sistematizados para as etapas iniciais do projeto de produtos. Contudo, tais procedimentos envolvem métodos e ferramentas que se encontram um tanto desconexas entre si, resultando na falta de consenso por parte de diversos autores. Também se sabe que, na literatura e na prática, a excessiva simplificação dos

procedimentos e a tendência das equipes de desenvolvimento obter as especificações de projeto por conta própria, sem o estudo prévio das necessidades com os clientes, é uma situação comum. Além disso, concluiu-se que são raras as publicações que tratam das etapas iniciais do processo de desenvolvimento de produtos com foco na tomada de decisões e como um problema gerador de múltiplos critérios.

Uma vez definidas essas premissas, houve a necessidade de adquirir conhecimento a respeito da área de estudo conhecida por Processo Decisório e verificar sua potencialidade de integração com o Processo de Desenvolvimento de Produtos. O objetivo principal foi levantar métodos e ferramentas amplamente utilizados na abordagem multicritério que pudessem sanar as deficiências e lacunas encontradas na literatura clássica a respeito da fase de Projeto Informacional.

Através do capítulo 3 (construção do modelo) e do capítulo 4 (estudo de caso) foi possível esclarecer melhor que métodos, ferramentas e documentos de apoio seriam os mais adequados para a implementação do modelo multicritério, resultando na melhoria do processo de tomada de decisão em projetos de produtos industriais. Para isso, usou-se como plano de fundo o Modelo Unificado de Referência de Rozenfeld et al (2006), escolhido por se tratar de uma sistematização do PDP das mais recentes e completas.

A primeira atividade contemplada, de 'identificar os requisitos dos clientes do produto', constituiu-se mais em uma preparação para a aplicação direta das práticas multicritério nas duas atividades subsequentes, a saber: 'definir requisitos de projeto do produto' e 'definir especificações-meta do produto'. Os procedimentos que de fato agregaram valor à fase, provenientes da abordagem multicritério, foram os seguintes:

- Uso de mapas mentais com cadeias de meios e fins, para converter os requisitos dos clientes em expressões mensuráveis, ao invés de utilizar matrizes de apoio convencionais propostas na literatura de projeto;
- Construção de árvores de valor com hierarquia de objetivos para analisar e classificar os requisitos do produto gerados, ao invés de utilizar *brainstormings* e/ou *check-lists* obtendo-se, assim, melhor organização e visualização das informações e suas relações;
- Determinar as taxas de substituição da árvore de valor a fim de hierarquizar os requisitos dos clientes e também os requisitos do produto, ao invés de utilizar ou QFD ou outros métodos tradicionais que não permitem observar os *tradeoffs* do modelo, ou seja, as compensações percentuais que ocorrem entre os requisitos;
- Estabelecer critérios para medir desempenhos e convertê-los em funções de valor a fim de valorar os requisitos do produto, ao invés de limitar as especificações-meta a um valor estático ou simplesmente a uma faixa de valores, mas explicitar que existem níveis de desempenho melhores ou mais críticos;
- Obter a equação do modelo de valor, com a qual se pôde realizar a análise de sensibilidade, a fim de analisar o perfil técnico e de mercado do produto em desenvolvimento, ao invés de utilizar métodos tradicionais que não realizam essa análise com tanto refinamento e precisão.

Ainda outros benefícios específicos podem ser observados em detalhes na conclusão do capítulo 4, relacionados ao projeto desenvolvido em situação real com o modelo multicritério. Em suma, conclui-se que, embora seja mais trabalhoso do que o desenvolvimento proposto pela literatura atual, a realização da fase de Projeto

Informacional apoiada pela abordagem multicritério oferece diferenciais importantes em um momento de desenvolvimento tão delicado e no qual as decisões devem ser apoiadas de tal forma a minimizar as chances de erro como em nenhuma outra fase do desenvolvimento de um produto industrial.

### **5.3 Recomendações**

Todas as áreas que envolvem teoria e prática do projeto de produto podem ser beneficiadas com a leitura desta dissertação. Contudo, basicamente duas linhas de pesquisa relacionam-se diretamente com o conteúdo em questão: 1) trabalhos relacionados à prática de projeto e ao processo decisório, que visem integrar a abordagem multicritério com o Processo de Desenvolvimento de Produtos e; 2) trabalhos que, em geral, definam a fase de Projeto Informacional como delimitação de pesquisa, visando a melhoria contínua do desenvolvimento.

Para o primeiro caso, recomenda-se estudar a viabilidade de aplicação da abordagem multicritério para outras fases do PDP. Uma interessante proposta seria dar continuidade ao modelo deste trabalho assim como, por exemplo, o QFD também pode ser desdobrado para outras etapas do desenvolvimento de um produto. Sistematizar o desenvolvimento de produtos com base na abordagem multicritério desde o pré-desenvolvimento até as fases que envolvam a produção e o pós-desenvolvimento, contribuiria para que as atividades fossem mais contínuas e padronizadas. Imagina-se que um trabalho assim possa adicionar as vantagens específicas da abordagem multicritério ao gerenciamento de todo o ciclo de vida dos produtos.

Já para a segunda linha de pesquisa, as recomendações são mais genéricas. Qualquer trabalho futuro que defina a fase de Projeto Informacional como delimitação de pesquisa também poderá usufruir das contribuições que os métodos e ferramentas procedentes da abordagem multicritério oferecem às diferentes atividades dessa fase crítica do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Os conhecimentos não são estáticos, estão sempre sendo lapidados, e quaisquer contribuições que agreguem valor ao desenvolvimento de produtos, inclusive à fase de Projeto Informacional, serão bem recebidas pelos profissionais, docentes e estudantes que visam o aprimoramento do seu campo de conhecimento.

#### **5.4 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou a conclusão da pesquisa como um todo, ao fazer um levantamento de como os objetivos principais foram alcançados e que resultados positivos puderam ser observados através do desenvolvimento e aplicação do modelo multicritério para a fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. Por fim, foi possível elaborar recomendações para autores de trabalhos futuros cuja área de interesse envolva a prática de projeto em concomitância, ou não, com o processo decisório.

Em resumo, a conclusão imediata que esta dissertação pôde explicitar foi que a fase de Projeto Informacional é a mais crítica do Processo de Desenvolvimento de Produtos quanto à complexidade de sua execução e quanto ao nível de importância das decisões de projeto tomadas. Não é surpresa, portanto, que um produto desenvolvido sem consultas constantes e profundas com seus clientes tenha os



riscos de não obter sucesso comercial ampliados, independentemente de quão competente seja a realização das demais fases de projeto.

Portanto, espera-se que esta dissertação tenha contribuído para sistematizar a atividade de coleta, análise e organização das informações obtidas na fase de Projeto Informacional, ao considerar o tratamento de tais informações como o que ele realmente é: um processo de negócio que envolve múltiplos critérios de escolha, incertezas nas decisões e que precisa ser apoiado com as melhores práticas existentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.

AKAO, Y. (Ed.). **Quality function deployment: integrating customer requirements into product design**. Portland, Productivity Press, 1990.

AMERICAN SUPPLIER INSTITUTE (ASI). **Quality function development: implementation manual: 3-day workshop**. Dearborn, ASI, 1993.

BALBIM, A. Jr.; BUSON, M.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.; GRZEBIELUCKAS, C.; NICKEL, E. M.; QUEIROZ, S. **O modelo MCDA como instrumento de identificação das necessidades do consumidor no processo de desenvolvimento do design de um automóvel**. In: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Design - P&D, 2008, São Paulo, 2008a.

BALBIM, A. Jr.; BUSON, M.; ENSSLIN, L.; GRZEBIELUCKAS, C.; NICKEL, E. M.; QUEIROZ, S. **Processo para desenvolver inovação no design de produtos: estudo de caso para um automóvel**. In: XXV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2008, Brasília/DF, 2008b.

BAXTER, M. **Product design – a practical guide to systematic methods of new product development**. London: Chapman & Hall., 1995.

BOOZ-ALLEN & HAMILTON Inc. **New product management for the 1980's**. New York: Booz-Allen & Hamilton, 1982.

CHURCHILL, G. A. Jr. **Basic marketing research**, the Dryden Press, 1992.

COOPER, R. G. **Winning at new products**. Boston: Addison Wesley Publishing Co., 1993.

DUTRA, A. **Elaboração de um sistema de avaliação de desempenho dos recursos humanos da Secretaria de Estado da Administração - SEA à luz da metodologia multicritério de apoio à decisão**. 1998. 443 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção- UFSC) – Florianópolis, 1998.

EHRLICH, P. J. **Pesquisa operacional**: curso introdutório. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – UFSC) – Florianópolis, 2000.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. 2 ed. London: Francis Pinter, 1988.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GOMES FERREIRA, M. G. **Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual**. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – UFSC) – Florianópolis, 1997.

GOODWIN, P. e WRIGHT, G. **Decision analysis for management judgment**. 2 ed. Chichester: J. Wiley, 1998.

HAUSER, J. R. e CLAUSING, D. **The house of quality**. Harvard Business Review. Cambridge US, may-june, 1988.

HUBKA, V. e EDER, E. W. **Design science**: introduction to needs, scope and organization of Engineering Design Knowledge, 2 ed. Great Britain, Springer-Verlag, London Ltd. 1996.

HUTHWAITE, B. E. e SCHNEBERGER, D. **Design for competitiveness**: the teamwork approach to product development. USA, Institute For Competitive Design, 1992.

KANO, N. **Attractive quality and must-be quality**. The Journal of the Japanese Society for Quality Control, April, pp. 39-48, 1984.

KING, B. **Better designs in half the time**: implementing quality function deployment in America. Methuen: GOAL/QPC, 1989.

KEENEY, R. L. **Decision analysis**: an overview. Operations Research, 30, 803-838, 1982.

KEENEY, R. L. **Value-focused thinking** : a path to creative decisionmaking. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1992.

KEENEY, R. L. e RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives**: preferences and value tradeoffs. New York: Cambridge University Press, 1993.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MOORE, W. L. e PESSEMIER, E. A. **Product planning and management**: designing and delivering value. New York: McGraw Hill Inc., 1993.

MORITA, A. **Made in Japan**. Penguin Books, New York. 1986.

OTTO, K. N. e WOOD, K. L. **Product design** – techniques in reverse engineering and new product development. New Jersey: Prentice Hall, inc., 2001.

PAHL, G. e BEITZ, W. **Engineering design** – a systematic approach, 2 ed, London: Springer, 1996.

PUGH, S. **Total design** – integrated methods for successful product engineering. Massachusetts: Addison-Wesley, 1990.

RAIFFA, H. **Teoria da decisão**: aulas introdutórias sobre escolhas em condições de incerteza. Petrópolis: Vozes, 1977.

ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product design**: fundamentals and methods. Chichester: Wiley, 1995.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

STEPHAN, A. P. (Cord.); HAMAD, A. F.; SANTOS, C. T. dos; MORAES, D. de; CAMACHO, D.; DIAS, E. D.; RIGHETTO, F.; PRADO, F.; VAN CAMP, F.; CHELLES, G.; MULLER, M.; GAMA JÚNIOR, N.; HAYASHI, R.; RUFGA, S. **10 cases do design brasileiro** – os bastidores do processo de criação. São Paulo: Blucher, 2008.

URBAN, G. L. e HAUSER, J. R. **Design and marketing of new products**, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall International Inc., 1993.